



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PENILAIAN RISIKO *UL* – *WORK RELATED*
MUSCULOSKELETAL DISORDERS PADA PEKERJA
PEMBUATAN *GLASS LIDS* DENGAN METODE ART DAN
OCRA**

FANNIYYA MUTIARA DEVIANTI

NRP 02411440000043

Dosen Pembimbing

Ratna Sari Dewi, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 198001132008122002

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



FINAL PROJECT – TI 141501

**RISK ASSESSMENT OF UL – WORK RELATED
MUSCULOSKELETAL DISORDERS FOR GLASS LIDS’
WORKERS USING ART AND OCRA METHODS**

FANNIYYA MUTIARA DEVIANTI

NRP 02411440000043

Supervisor

Ratna Sari Dewi, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 198001132008122002

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Engineering

Institute Technology of Sepuluh Nopember

Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

**PENILAIAN RISIKO *UL – WORK RELATED*
MUSCULOSKELETAL DISORDERS PADA PEKERJA
PEMBUATAN *GLASS LIDS* DENGAN METODE ART DAN
OCRA**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

FANNIYYA MUTIARA DEVIANTI
NRP. 02411440000043

Disetujui oleh
Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Ratna Sari Dewi, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 198001132008122002

SURABAYA, JULI 2018



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PENILAIAN RISIKO *UL – WORK RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS* PADA PEKERJA PEMBUATAN *GLASS LIDS* DENGAN METODE ART DAN OCRA

Nama Mahasiswa : Fanniyya Mutiara Devianti
NRP : 02411440000043
Pembimbing : Ratna Sari Dewi, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRAK

Pada pabrik pembuatan *glass lids*, aktivitas pekerjaan dilakukan secara berulang-ulang dengan frekuensi pekerjaan yang tinggi dan durasi kerja yang panjang menyebabkan *Upper Limbs Works-Related Musculoskeletal Disorders* (UL-WMSD). Dari hasil identifikasi yang dilakukan terhadap pekerja Departemen Material dan Departemen *Ring*, 57% memiliki tingkat risiko *musculoskeletal disorder* yang tinggi dan sebesar 29% memiliki tingkat risiko sedang. Sehingga dibutuhkan peninjauan pada stasiun kerja. Pada penelitian ini, penilaian risiko stasiun kerja ditinjau menggunakan metode *Assessment of Repetitive Tasks* (ART) untuk mengetahui kebutuhan peninjauan ulang terhadap stasiun kerja di dua departemen tersebut dan *Occupation of Repetitive Actions* (OCRA) untuk mengetahui tingkat risiko dan rekomendasi perbaikan untuk stasiun kerja. Kedua metode tersebut digunakan untuk penilaian risiko pada bagian tubuh anggota atas dan aktivitas kerja yang berulang. Berdasarkan hasil metode ART tersebut, 9 stasiun kerja berada di Departemen Material berada di zona kuning dan 1 stasiun kerja berada di zona merah. Departemen *ring* memiliki 2 stasiun kerja yang berada di zona kuning dan 3 stasiun kerja yang berada di zona merah. Stasiun kerja tersebut kemudian ditinjau ulang dan dianalisis tingkat *musculoskeletal disorder* dengan metode OCRA. Hasil pengolahan metode OCRA menunjukkan di Departemen Material 5 stasiun kerja memiliki tingkat risiko sedang dan 1 stasiun kerja dengan tingkat risiko yang tinggi. Sedangkan di Departemen *Ring*, 3 stasiun kerja memiliki tingkat risiko MSD yang tinggi. Perbaikan dilakukan dengan desain ulang stasiun kerja yang memiliki tingkat risiko tinggi dan perbaikan yang dilakukan dapat meminimalisir tingkat risiko 1 stasiun kerja dari tinggi menjadi rendah dan 3 stasiun kerja dari tinggi menjadi sedang. Untuk stasiun kerja yang memiliki tingkat risiko awal sedang, perbaikan dapat meminimalisir menjadi tingkat risiko dengan perbaikan postur dan perubahan jumlah tindakan teknis.

Kata Kunci: UL-WMSD, pekerjaan berulang, *Assessment of Repetitive Tasks*, OCRA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

RISK ASSESSMENT OF UL – WORK RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS FOR GLASS LIDS’ WORKERS USING ART AND OCRA METHODS

ABSTRACT

Student Name : Fanniyya Mutiara Devianti
Student ID : 02411440000043
Supervisor : Ratna Sari Dewi, S.T., M.T., Ph.D

In the glass lids production, the risk of high frequency and long *duration* of repetitive actions leads to Upper Limbs Works–Related Musculoskeletal Disorders (UL-WMSD). Based on result of risk identification at Material Department and Ring Department, 57% workers has high risks of musculoskeletal disorders and 29 has moderate risks. Due to these results, in this study, initial assessment by Assessment of Repetitive Tasks (ART) method is used to show which work stations need immediate review and Occupational of Repetitive Actions (OCRA) is used to show the risk and give recommendation for workstation improvement. Both methods were chosen because its suitable for upper limbs assessment and repetitive works. The result shown 9 workstations in Material Department and 2 workstations in Ring Department need to be investigated. Meanwhile, 1 workstations in Material Department and 3 workstations in Ring Department need immediate investigation. Those work stations continued to be analyzed by OCRA method to provide improvement. OCRA’s results shown 5 workstations in Material Department have moderate risks and 1 has high risk. In Ring Department, 3 workstations have high risks. Redesign of the workstation is applied to reduce risk in 4 workstations with high risks. After the improvement, one worksations risk reduced from high to low and 3 workstations reduced from high to medium. Also for the workstations with moderate risks, postural structure improvement and technical actions fixation is applied and succeeds to reduce the risk from medium to low.

Keywords: UL – WMSD, repetitive, Asessment of Repetitive Tasks, OCRA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas izin, rahmat, taufik, dan hidayat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian Tugas Akhir yang berjudul “ Penilaian Risiko *UL – Work Related Musculoskeletal Disorders* pada Pekerja Pembuatan *Glass Lids* dengan ART dan OCRA”.

Dalam penyelesaian laporan penelitian tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Ratna Sari Dewi, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pendampingan, ide – ide, kritik, dan saran yang membangun kepada penulis hingga dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir.
2. Pimpinan pabrik yang telah memberikan izin dan dukungan terhadap pengerjaan tugas akhir ini
3. Kepala Departemen PPIC dan Kepala Produksi selaku karyawan yang telah mendampingi dan meluangkan waktu untuk berdiskusi serta memberikan penjelasan, saran, dan kritik terhadap proses penyelesaian tugas akhir.
4. Seluruh pekerja pabrik yang telah bersedia meluangkan waktu untuk berdiskusi dan membantu proses penyelesaian tugas akhir.
5. Dr.,Ir. Sri Gunani Pratiwi, M.T dan Ibu Anny Maryani S.T., M.T selaku penguji sidang akhir yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap laporan tugas akhir.
6. Bapak Arief Rahman, S.T., M.Sc selaku penguji seminar proposal tugas akhir yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap laporan tugas akhir.
7. Bapak Adithya Sudiarno, S.T., M.T selaku dosen Departemen Teknik Industri yang telah memberikan arahan dan informasi mengenai penelitian tugas akhir.
8. Seluruh jajaran dosen dan karyawan yang telah memberikan arahan, dukungan, dan informasi kepada penulis.

9. Orang tua yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan bantuan yang tidak terhingga kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir.
10. Keluarga besar yang telah mendukung dan memberikan motivasi selama pengerjaan tugas akhir.
11. Semua teman – teman dan pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan bantuan kepada penulis.

Penulis berharap laporan penelitian tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi para pembacanya. Penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan laporan penelitian tugas akhir ini. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penelitian yang lebih baik lagi.

Surabaya, Juni 2018

Fanniyya Mutiara Devianti

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.5.1 Batasan	5
1.5.2 Asumsi	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ergonomi	7
2.2 <i>Work – Related Musculoskeletal Disorders</i>	8
2.2.1 Faktor Penyebab <i>Work-Related Musculoskeletal Disorders</i>	9
2.2.2 Penyakit Akibat <i>Work-Related Musculoskeletal Disorders</i>	10
2.2.3 Hubungan Ergonomi dengan <i>Work-Related Musculoskeletal Disorders</i>	11
2.2.3 Metode Penilaian Ergonomi untuk <i>Work-Related Musculoskeletal Disorders</i>	11
2.3 <i>Standardized Nordic Questionnaire (SNQ)</i>	13
2.4 <i>Assessment of Repetitive Tasks (ART)</i>	15
2.4.1 Faktor <i>Frequency and Repetition (A)</i>	16
2.4.2 Faktor <i>Force (B)</i>	17
2.4.3 Faktor <i>Awkward postures (C)</i>	18

2.4.4	Faktor <i>Additional Factors</i> (D)	19
2.4.5	Penilaian <i>Exposure Score</i>	22
2.5	Occupational of Repetitive Actions (OCRA)	24
2.5.1	Definisi OCRA	24
2.5.2	Faktor Frekuensi Tindakan Konstan	25
2.5.3	Faktor Kekuatan	26
2.5.4	Faktor Postur Tubuh	26
2.5.5	Faktor Risiko Tambahan	27
2.5.6	Faktor Waktu Istirahat	27
2.5.7	OCRA <i>Index</i>	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	<i>Flowchart</i> Metodologi	31
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		35
4.1	Gambaran Umum Objek Amatan	35
4.2	Pengumpulan Data	37
4.2.1	Stasiun Kerja Kondisi Awal	37
4.2.2	Data ART	40
4.2.3	Data Tindakan Teknis (OCRA)	41
4.2.4	Data Postur Tubuh Pekerja	44
BAB V ANALISA DAN INTERPETASI DATA		49
5.1	Analisa <i>Exposure Score</i> Metode ART	49
5.2	Analisa Nilai Indeks OCRA	49
BAB VI		51
6.1	Kesimpulan	51
6.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53
BIOGRAFI PENULIS		56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Persentase Bagian Anggota Tubuh yang Terkena Dampak WMSD..	2
Gambar 2. 1 Konsep Dasar Ergonomi.....	8
Gambar 2. 2 Titik – Titik Anggota Tubuh untuk Penilaian <i>Nordic Body Map</i>	14
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	32

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Identifikasi Jenis Penyakit, Anggota Tubuh, Penyebab, dan Gejala Penyakit pada WMSD.....	10
Tabel 2. 2 Kriteria Penilaian <i>Frequency</i> dan <i>Repetition</i> (Tahap A)	17
Tabel 2. 3 Kriteria Penilaian Faktor <i>Force</i> (Tahap B)	18
Tabel 2. 4 Kriteria Penilaian <i>Awkward postures</i> (Tahap C)	18
Tabel 2. 5 Kriteria Penilaian Faktor Istirahat (Tahap D)	20
Tabel 2. 6 Kriteria Penilaian Kemampuan Kerja (Tahap D)	20
Tabel 2. 7 Kriteria <i>Additional Factors</i> (Tahap D)	21
Tabel 2. 8 <i>Multiplier</i> Penilaian Durasi Kerja (Tahap D)	22
Tabel 2. 9 Kategori <i>Exposure Score</i> dan <i>Exposure Level</i>	23
Tabel 2. 10 <i>Multiplier</i> untuk Faktor Kekuatan.....	26
Tabel 2. 11 <i>Multiplier</i> untuk Faktor Postur.....	26
Tabel 2. 12 <i>Multiplier</i> untuk Faktor <i>Additional Items</i>	27
Tabel 2. 13 <i>Multiplier</i> untuk <i>Recovery Periods</i>	27
Tabel 2. 14 Klasifikasi Hasil Indeks OCRA	29
Tabel 4. 1 Data ART Lini Produksi <i>Cutting 1</i>	40
Tabel 4. 2 Data ART Lini Produksi <i>Cutting Steel</i>	41
Tabel 4. 3 Data Tindakan Teknis Lini Produksi <i>Cutting 1</i>	42
Tabel 4. 4 Data Tindakan Teknis Lini Produksi <i>Cutting</i>	43
Tabel 4. 5 Penilaian Postur pada Bagian Anggota Tubuh Kiri	45

BAB I

PENDAHULUAN

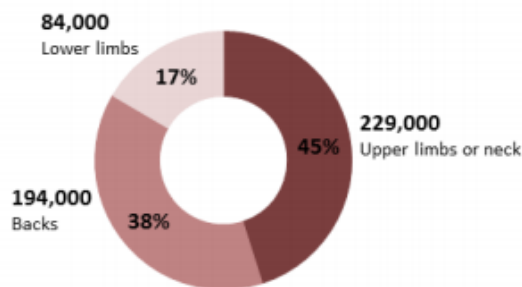
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitan, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan penelitias tugas akhir.

1.1 Latar Belakang

Pada industri manufaktur, gangguan otot pada pekerja merupakan salah satu faktor yang dapat menurunkan produktivitas pada proses produksi. Gangguan otot pada manusia dapat menyebabkan kelelahan yang menghilangkan efisiensi dan menurunkan kapasitas kerja serta daya tahan tubuh (Tarwaka, 2004). Secara umum, gangguan otot pada pekerja dinamakan *Work-related musculoskeletal disorders*. *Work-related musculoskeletal disorders* (WMSD) adalah penyakit atau cedera pada otot skeletal terutama di bagian *upper limb*, *lower limb*, dan *lower back area*. WMSD umumnya terjadi karena aktivitas pekerjaan yang berulang dan terus menerus (Nunes & Bush, 2012)

Berdasarkan (Gambar 1.1) data dari *Health and Safety Executive* (2017) tahun 2016/2017, persentase WMSD yang terjadi di bagian *upper limbs* sebesar 45%, tulang belakang sebesar 38%, dan *lower limbs* sebesar 17%. Pada berbagai jenis industri, bagian otot yang sering dikeluhkan karena sering digunakan adalah bagian tubuh *upper limbs* seperti otot leher, lengan, jari, dan pergelangan tangan serta bagian otot tulang belakang (Tarwaka, 2004). Laporan dari data *Health and Safety Executive* (2017), 8.9 juta pekerja kehilangan waktu kerja dalam setahun yang diakibatkan oleh WMSD. Akibat dari kehilangan waktu kerja tersebut, maka produktivitas pekerja mengalami penurunan. Menurut Medibank (2011), WMSD memiliki kontribusi sebesar 7% dalam penurunan produktivitas secara keseluruhan.

Musculoskeletal disorders by affected area, 2016/17



Gambar 1. 1 Persentase Bagian Anggota Tubuh yang Terkena Dampak WMSD
(Sumber: Health and Safety Executive, 2017)

Perindustrian saat ini memiliki risiko yang cukup besar terhadap WMSD (Moore & Wells, 2005). Berdasarkan data *Washington State workers' compensation* (2015) tahun 2010, industri manufaktur berada pada peringkat tiga teratas yang memiliki risiko terbesar untuk terkena WMSD. Di Indonesia, pabrik manufaktur yang proses produksi masih menggunakan sistem semi – otomatis atau manual, maka aktivitas pekerjaan banyak dilakukan oleh tenaga kerja manusia. Pada proses produksi, pekerja melakukan *repetitive movements* atau aktivitas yang dilakukan secara berulang-ulang dalam periode waktu yang panjang. Aktivitas yang dilakukan secara berulang – ulang ini dapat menimbulkan gangguan pada otot yaitu *Work-related musculoskeletal disorders* yang dapat mempengaruhi produktivitas pada pekerja. Tiga faktor utama dalam aktivitas kerja berulang yang dapat menyebabkan WMSD yaitu intensitas, frekuensi, dan durasi (Nunes & Bush, 2012). Apabila aktivitas kerja yang berulang dilakukan dengan intensitas dan frekuensi yang tinggi serta durasi kerja yang lama, maka risiko terkena WMSD semakin tinggi.

Sebuah pabrik pengolahan *tempered glass* di Mojokerto memiliki sistem produksi semi otomatis, dimana lebih dari 80% pekerjaan dilakukan secara semi-otomatis. Pabrik ini memproduksi hasil pengolahan kaca seperti tutup panci, kaca *furniture*, kap lampu jalan, dan lain – lain. Namun produksi utama dari pabrik ini adalah tutup panci. Untuk produksi tutup panci ada dua bahan baku yang digunakan yaitu kaca dan *stainless steel*. Kedua bahan baku ini di produksi pada departemen

yang berbeda yaitu Departemen Material (kaca) dan Departemen *Ring (stainless steel)*.

Pada setiap proses produksi di pabrik tersebut, pekerja melakukan aktivitas kerja dengan intensitas pekerjaan yang tinggi, frekuensi gerakan yang cukup banyak per siklus, dan durasi waktu yang panjang yaitu 7 jam kerja. Dalam satu *shift* pekerja menyelesaikan 4000–6000 produk sesuai dengan permintaan pelanggan. Karena pabrik ini menggunakan metode *make to order*, maka pada waktu tertentu jumlah permintaan akan meningkat dan pabrik memberikan lembur pada karyawan yang menambah pengeluaran tambahan dari perusahaan.

Menurut karyawan pabrik Departemen Produksi, kelelahan yang terjadi menyebabkan tubuh terasa kaku dan sakit. Jangka panjang dari kelelahan tersebut menyebabkan demam dan penyakit lainnya. Pada keadaan sebenarnya, berdasarkan data *Health and Safety Executive* tahun 2016/2017 (2017), sebanyak 507.000 dari 1.299.000 mengalami sakit yang diakibatkan WMSD. Kemudian penilaian awal untuk dilakukan mengidentifikasi tingkat risiko WMSD pada pekerja menggunakan *Standardized Nordic Questionnaire* menunjukkan bahwa, 57% pekerja memiliki tingkat risiko yang tinggi terhadap *musculoskeletal disorder*, 29% berada pada tingkat sedang, dan 14% pada tingkat rendah.

Pada penelitian ini, penilaian risiko yang dilakukan dengan pendekatan metode *scoring*. Berdasarkan kesesuaian objek dengan penelitian, maka dua metode kuantitatif yang digunakan adalah metode *Assessment of Repetitive Tasks* (ART) dan *Occupational Repetitive Actions* (OCRA). Kedua metode tersebut digunakan untuk mengidentifikasi tingkat risiko pada pekerjaan manual dan berulang. Penilaian awal menggunakan metode ART sebagai tahap *screening* proses penilaian risiko gangguan otot pada pekerja. Bagian *upper limbs* yang dinilai adalah tangan, lengan, pergelangan tangan, jari, kepala/leher, dan tulang belakang.

Sesuai dengan hasil penilaian awal dengan metode ART, lini produksi yang menunjukkan hasil perlu dilakukan peninjauan atau perbaikan, ditinjau kembali menggunakan metode OCRA. Berdasarkan nilai indeks OCRA tersebut, sesuai dengan zona yang didapatkan maka akan diketahui rekomendasi perbaikan terhadap objek yang diamati (Colombini & Occhipinti, 2006). Penilaian menggunakan metode ini berfokus pada anggota tubuh *upper limbs* terutama pada bagian tangan

dan lengan. Sehingga untuk melengkapi penilaian pada bagian *upper limbs* seperti kepala/leher dan tulang belakang dapat menggunakan pendekatan ART.

Hasil dari kedua metode tersebut, terutama metode OCRA akan digunakan untuk memberikan rekomendasi perbaikan sesuai dengan klasifikasi nilai yang didapatkan. Dengan demikian, diharapkan penelitian dapat memberikan penilaian dan rekomendasi perbaikan yang sesuai dengan kondisi saat ini untuk stasiun kerja Departemen Material dan Departemen *Ring* pada pabrik pembuatan kaca di Mojokerto.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini, maka rumusan masalah untuk penelitian ini adalah bagaimana melakukan penilaian dan mengidentifikasi tingkat risiko *upper limb work-related musculoskeletal disorders* (UL-WMSD) pada pekerja menggunakan pendekatan metode ART dan OCRA serta memberikan rekomendasi perbaikan yang sesuai untuk mengurangi risiko UL-WMSD pada pekerja.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Melakukan penilaian risiko untuk mengetahui tingkat *work-related musculoskeletal disorders* (WMSD) pada pekerja dengan metode *Assessment of Repetitive Tasks* (ART).
2. Mengidentifikasi tingkat risiko *work-related musculoskeletal disorders* (WMSD) pada stasiun kerja menggunakan *Occupational Repetitive Actions* (OCRA).
3. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi risiko WMSD pada pekerja.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah mendapatkan tingkat risiko *work-related musculoskeletal disorders* pada pekerja dengan pendekatan metode ART DAN OCRA, sehingga bisa memberikan rekomendasi perbaikan yang tepat

pada pabrik pengolahan tempered glass untuk mengurangi risiko *upper limb musculoskeletal disorders* pada pekerja.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini yang berupa batasan dan asumsi yang digunakan selama penelitian dilakukan. Berikut ini adalah batasan dan asumsi yang digunakan selama penelitian tugas akhir:

1.5.1 Batasan

Batasan pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Proses produksi yang diteliti dalam tugas akhir adalah produksi *Glass lids Roll G*.
2. Pekerjaan yang diamati adalah aktivitas kerja yang dilakukan secara manual dan gerakan dinamis.
3. Stasiun kerja yang diamati adalah stasiun kerja yang memiliki pekerja tetap dan tidak bergantian pada stasiun kerja tersebut.
4. Objek penelitian yang diteliti adalah pekerja pada *shift* 1 pukul 08.00 – 16.00.
5. Gerakan yang diamati adalah gerakan dinamis.
6. Penelitian ini tidak mempertimbangkan aspek finansial.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan selama pelaksanaan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Operator yang diamati dalam kondisi baik dan sudah terlatih sesuai dengan SOP.
2. Beban kerja pada *shift* I (pukul 08.00 – 16.00) dan *shift* III (pukul 00.00 – 08.00) sama.
3. Perbaikan yang dilakukan diasumsikan tidak mengubah waktu siklus.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai definisi dan teori yang digunakan untuk menunjang pelaksanaan penelitian tugas akhir. Tinjauan pustaka yang digunakan meliputi ergonomi, *Work-related musculoskeletal disorders*, dan metode OCRA.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai kerangka dan langkah yang digunakan pada penelitian tugas akhir. Metodologi penelitian digunakan agar penelitian yang dilakukan berjalan secara sistematis untuk mencapai tujuan penelitian tugas akhir.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini dijelaskan mengenai pengumpulan data primer dan sekunder yang kemudian diolah pada tahap pengolahan data. Pada tahap ini, data diolah menggunakan metode *Assessment of Repetitive Tasks* (ART) dan *Occupational of Repetitive Actions* (OCRA).

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini merupakan analisa dan interpretasi data dari hasil pengolahan data hasil metode ART dan OCRA.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai penarikan kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir ini dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

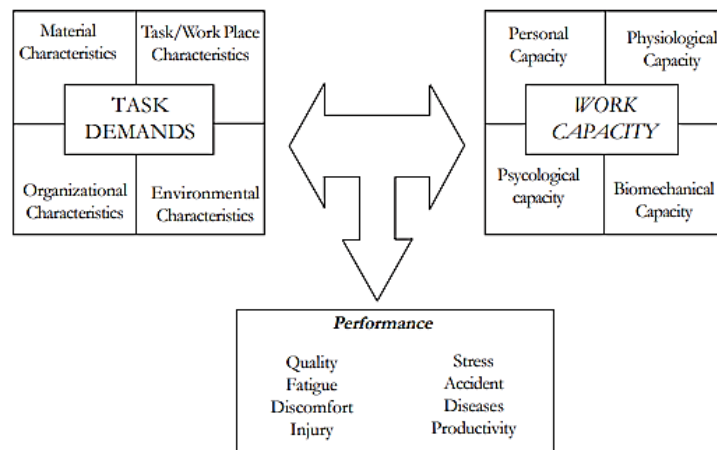
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka atau dasar teori yang digunakan selama penelitian tugas akhir.

2.1 Ergonomi

Ergonomi merupakan istilah yang berasal dari dua kata Bahasa Yunani yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum). Tujuan ergonomi adalah menjaga keselamatan dan efisiensi pekerja di lingkungan kerja mereka (Bridger, 1995). Menurut Manuaba (2000), definisi dari ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik. Ergonomi merupakan disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya (Wignjosoebroto, 2003)

Untuk mencapai tujuan ergonomi, maka diperlukan keseimbangan antara *task demands* (tuntutan kerja), *work capacity* (kapasitas kerja), dan *performance* (performansi). Keseimbangan pada tuntutan kerja dan kapasitas kerja tercapai jika beban kerja yang diberikan tidak kurang atau berlebih. Dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performansi kerja yang tinggi. Dalam kata lain, tuntutan tugas pekerjaan tidak boleh terlalu rendah (*underload*) dan juga tidak boleh terlalu berlebihan (*overload*). Karena keduanya, baik *underload* maupun *overload* menyebabkan stress. Selain itu, apabila keseimbangan tersebut tercapai, akan memberikan rasio yang seimbang pada performansi agar tidak terjadi kelelahan, ketidaknyamanan, cedera, hingga penurunan produktivitas (Tarwaka, 2004). Pada Gambar 2.1, merupakan konsep dasar ergonomi untuk mencapai keseimbangan agar tujuan ergonomi tercapai.



Gambar 2. 1 Konsep Dasar Ergonomi
(Sumber: Tarwaka, 2004)

Menurut (OSHA, 2000), dalam suatu industri faktor ergonomi penting untuk dipertimbangkan. Saat ini, tuntutan produksi meningkat setiap tahun. Sehingga tuntutan pada aktivitas pekerjaan meningkat seperti:

1. Aktivitas *manual handling* seperti *lifting*, *carrying*, *pushing*, dan *pulling* dilakukan tanpa bantuan pekerja lain atau alat bantu.
2. Peningkatan kegiatan dengan jumlah frekuensi dan perulangan yang tinggi pada satu aktivitas pekerjaan.
3. Bekerja lebih dari delapan jam.
4. Tuntutan terhadap kecepatan kerja

2.2 *Work – Related Musculoskeletal Disorders*

Work – related musculoskeletal disorders adalah kelompok kelainan atau penyakit pada otot, tendon, dan saraf yang disebabkan oleh pekerjaan yang terus menerus. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon (Tarwaka, 2004). Dalam dunia pekerjaan, WMSD mengakibatkan biaya perawatan kesehatan yang tinggi, produktivitas menurun, dan *turnover* tenaga kerja meningkat (Nunes & Bush, 2012).

Menurut Tarkawa (2004), keluhan pada otot secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu:

1. Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan
2. Keluhan menetap (*persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

2.2.1 Faktor Penyebab *Work-Related Musculoskeletal Disorders*

WMSD dapat terjadi akibat intensitas, durasi, dan frekuensi kerja yang tinggi. Menurut Nunes dan Bush (2012), tiga faktor yang dipertimbangkan dalam pengukuran WMSD adalah:

- Faktor Fisik

Anggota tubuh dengan risiko yang cukup tinggi terkena WMSD adalah leher, bahu, bagian lengan, tangan, pergelangan tangan, dan punggung. Anggota tubuh tersebut dapat terkena WMSD apabila melakukan pekerjaan yang terpapar dengan getaran, suhu yang ekstrim, *awkward posture*, *static posture*, gerakan yang berulang, dan kekuatan yang berlebihan.

- Faktor Psikososial

Faktor psikososial adalah faktor diluar biomekanika atau faktor eksternal yang mempengaruhi lingkungan kerja. Contoh faktor psikososial bisa dinilai dari *workload*, kondisi lingkungan kerja, tipe pekerjaan, dan lain – lain. Faktor psikososial dapat mempengaruhi faktor fisik. Apabila kondisi eksternal tidak baik, maka dapat menyebabkan stress pada pekerja. Stress pada pekerja dapat menyebabkan otot menjadi tegang. Selain itu, kesalahan pada sikap pekerja, metode kerja, dan penggunaan kekuatan yang berlebihan akan menyebabkan WMSD (Bridger, 1995).

- Faktor Individu

Faktor manusia atau individu masing – masing pekerja memiliki pengaruh yang berbeda – beda terhadap risiko WMSD. Faktor tersebut adalah jenis kelamin, aktivitas fisik, kekuatan perorangan, antropometri, dan merokok.

Setiap faktor tersebut akan memberikan dampak yang berbeda terhadap tingkat risiko terjadi penyakit WMSD pada setiap orang.

2.2.2 Penyakit Akibat *Work-Related Musculoskeletal Disorders*

WMSD bisa menyebabkan gangguan jangka pendek dan jangka panjang. Contoh gangguan jangka pendek akibat WMSD adalah kram, otot menjadi kaku, pegal, dan demam (Nunes & Bush, 2012). Efek dari WMSD pada anggota tubuh, secara anatomi dibagi menjadi lima bagian yaitu *tendon*, bursa, otot, saraf, dan *vascular* (Bridger, 1995). Lima jenis penyakit yang paling sering muncul akibat WMSD adalah *Tendonitis / tenosynovitis*, *Epicondylitis (elbow tendonitis)*, *Carpal tunnel syndrome*, *DeQuervain's disease*, *Thoracic outlet syndrome*, *Tension neck syndrome* (Nunes & Bush, 2012). Pada Tabel 2.1 merupakan identifikasi penyakit WMSD, anggota tubuh dan bagian anatomi, penyebab terjadi gangguan, dan gejala.

Tabel 2. 1 Identifikasi Jenis Penyakit, Anggota Tubuh, Penyebab, dan Gejala Penyakit pada WMSD

Penyakit	Bagian Tubuh	Penyebab	Gejala
<i>Tendonitis / tenosynovitis</i>	Bahu	Pergerakan pergelangan tangan atau bahu yang berulang, gerakan extention tangan yang terus menerus, beban berlebih pada bahu	Sakit, pembengkakan, rasa panas pada area tertentu
<i>Epicondylitis (elbow tendonitis)</i>		<i>Forceful</i> rotation dan gerakan berulang pada lengan bawah dan wrist <i>bending</i> pada waktu bersamaan	
<i>Carpal tunnel syndrome</i>	Tangan / Pergelangan tangan	Gerakan pergelangan tangan yang berulang	Sakit, numbness, tremor, wasting muscles pada ibu jari, rasa panas, dan telapak tangan kering
<i>DeQuervain's disease</i>	Tangan / Pergelangan tangan	Pergerakan hand <i>twisting</i> yang berulang, <i>forceful gripping</i>	Sakit pada ibu jari

Tabel 2.1 Identifikasi Jenis Penyakit, Anggota Tubuh, Penyebab, dan Gejala Penyakit pada WMSD (Lanjutan)

Penyakit	Bagian Tubuh	Penyebab	Gejala
<i>Thoracic outlet syndrome</i>	Bahu	Shoulder flexion yang terlalu lama, arms extention yang melewati bahu, membawa beban pada bahu	Sakit, numbness, pembengkakan
<i>Tension neck syndrome</i>	Leher	Postur yang statis	Sakit, kaku

Sumber: Work-Related Musculoskeletal Disorders Assessment and Prevention, 2012

2.2.3 Hubungan Ergonomi dengan *Work-Related Musculoskeletal Disorders*

Konsep ergonomi bisa digunakan untuk mencegah atau mengurangi dampak terkena WMSD. Berikut ini adalah manfaat dari perbaikan fasilitas kerja dengan konsep ergonomi menurut OSHA (2000):

- Mengurangi terjadinya gangguan otot dan kelelahan pada pekerja.
- Mengurangi risiko terjadinya cedera akibat WMSD.
- Meningkatkan produktivitas dan kenyamanan untuk pekerja.
- Mengurangi produk gagal karena kesalahan pada pekerja yang diakibatkan oleh kelelahan dan gangguan otot.
- Mengurangi tingkat pekerja yang tidak masuk.
- Memperkecil *worker turnover*.
- Memperkecil biaya pengeluaran kesehatan pekerja dan kompensasi penggantian akibat kecelakaan kerja.

2.2.3 Metode Penilaian Ergonomi untuk *Work-Related Musculoskeletal Disorders*

Metode penilaian untuk melakukan pencegahan atau pengurangan WMSD telah banyak dikembangkan. Metode – metode tersebut digunakan agar pengurangan risiko WMSD memiliki validasi dan bersifat lebih objektif. Beberapa metode yang umum digunakan dalam penilaian risiko WMSD adalah:

- *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

RULA dikembangkan oleh Dr. Lynn Mc Atamney dan Dr. Nigel Corlett yang merupakan ergonom dari universitas di Nottingham (University's Nottingham Institute of Occupational Ergonomics). Pertama kali dijelaskan dalam bentuk jurnal aplikasi ergonomi pada tahun 1993. RULA diperuntukkan dan dipakai pada bidang ergonomi dengan bidang cakupan yang luas. Metode ini menggunakan diagram *body postures* dan empat tabel penilaian yang disediakan untuk mengevaluasi postur kerja yang berbahaya dalam siklus pekerjaan tersebut. Penggunaan metode ini akan didapatkan nilai batasan maksimum dan berbagai postur pekerja, nilai batasan tersebut berkisar antara nilai 1-7 (McAtamney, 1993). Kelebihan dari metode RULA yaitu tidak membutuhkan waktu yang lama dalam penilaian dan baik untuk penilaian risiko pada aktivitas tubuh yang statis. Sedangkan kekurangan metode ini adalah penggunaan metode ini terfokus pada penilaian postur, beban, dan frekuensi gerakan.

- *Ovaka Working Posture Analysing System (OWAS)*

OWAS adalah metode semi kuantitatif untuk mengidentifikasi gerakan dari postur tubuh pada punggung (4 postur), lengan (3 postur), tubuh bagian bawah (7 postur) dan beban (3 kategori). Kelebihan dari metode ini mempertimbangkan lingkungan kerja, frekuensi pada postur, dan variasi gerakan tubuh. Kekurangan dari OWAS adalah metode ini tidak mempertimbangkan faktor durasi kerja, gerakan tangan, leher, dan pergelangan tangan, dan pengulangan gerakan tubuh (Takala et al., 2009)

- *Quick Exposure Check (QEC)*

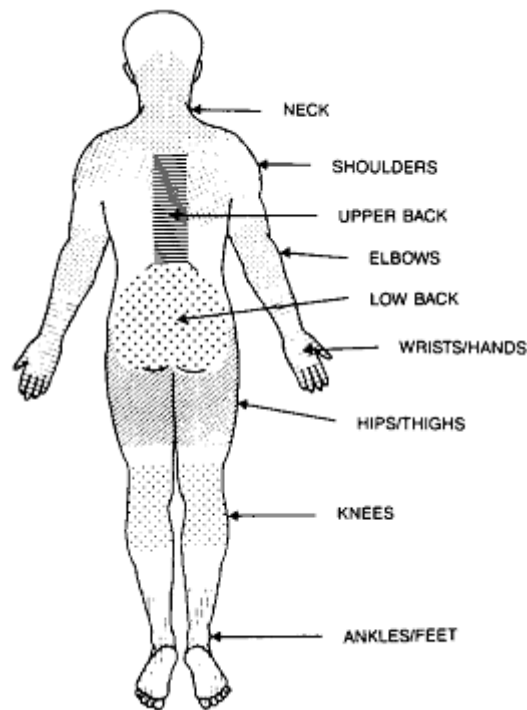
QEC adalah metode penilaian risiko WMSD yang cepat untuk bagian tubuh yang statis dan gerakan yang dinamis. Pada metode QEC bagian tubuh yang dinilai adalah tulang punggung dan *upper limbs*. Kelebihan dari metode QEC adalah dapat menganalisis

interaksi antar risiko di lingkungan kerja penggunaannya yang mudah dan cepat (Li & Buckle, 1999). Kekurangan dari metode ini adalah tidak mempertimbangkan faktor aktivitas yang berulang, durasi kerja, dan waktu istirahat.

2.3 *Standardized Nordic Questionnaire (SNQ)*

Kuisisioner merupakan salah satu metode kualitatif yang bisa digunakan untuk mengumpulkan data hasil wawancara atau mengumpulkan data yang lebih mendalam mengenai sikap, pikiran, dan tindakan individu dalam suatu populasi (Kendall, 2008). Salah satu metode kuisisioner yang digunakan untuk menganalisa gangguan otot adalah *Standardized Nordic Questionnaire*. *Standardized Nordic Questionnaire* (SNQ) adalah kuisisioner yang digunakan untuk menganalisa gangguan pada otot atau MSD. Kuisisioner SNQ pertama kali berkembang pada tahun 1987 oleh *Nordic Council of Ministers*. Tujuan dari SNQ adalah sebagai instrumen untuk melakukan *screening musculoskeletal disorders* secara ergonomi dan pekerjaan (Kuorinka, 1987). Tahap *screening* pada SNQ dapat digunakan sebagai alat analisis lingkungan kerja, stasiun kerja, dan desain alat. Meskipun kuisisioner ini subjektif, namun kuisisioner ini sudah terstandarisasi dan cukup valid untuk digunakan (Lopez-Aragon et.al., 2017).

Kuisisioner SNQ merupakan kuisisioner yang paling sering digunakan karena kemudahannya dan dapat mengetahui titik – titik pada anggota tubuh yang spesifik terkena gangguan otot (Kuorinka, 1987). SNQ juga dapat digunakan sebagai penilaian awal untuk *musculoskeletal disorders risk assessment* yang dapat dikombinasikan dengan *risk assessment* lainnya seperti RULA, REBA, OWAS, OCRA, dan lain – lain (Lopez-Aragon et.al., 2017). Pada kuisisioner ini menggunakan sembilan titik pada anggota tubuh untuk mengetahui letak keluhan gangguan otot (Kuorinka, 1987) (Gambar 2.2). Pengisian kuisisioner ini dapat dilakukan dengan wawancara ke responden secara langsung. Pendekatan scoring digunakan untuk menilai tingkat keluhan pada anggota tubuh tertentu. Dari penilaian tersebut akan didapatkan anggota tubuh mana saja yang memiliki keluhan gangguan otot yang paling tinggi pada pekerja.



Gambar 2. 2 Titik – Titik Anggota Tubuh untuk Penilaian *Nordic Body Map*
(Sumber: Kuorinka, 1998)

Pada pengisian SNQ, data-data yang dibutuhkan adalah jenis kelamin, usia, tinggi dan berat badan, lama bekerja, durasi kerja, dan tugas yang dilakukan. Kemudian akan diberikan beberapa pertanyaan mengenai letak keluhan pada sembilan bagian anggota tubuh seperti leher, bahu, punggung bagian atas, siku, punggung bagian bawah, pergelangan tangan dan tangan, pinggang dan paha, lutut, dan pergelangan kaki atau kaki. Selain itu, pada kuisioner ini akan diberikan pertanyaan mengenai jangka waktu sakit yang dirasakan pada bagian tubuh tersebut. Hasil dari SNQ adalah anggota tubuh mana yang paling banyak mengalami keluhan. Selain itu bisa menganalisis hubungan antara MSD dengan usia, jenis kelamin, tinggi dan berat badan, lama bekerja, dan durasi kerja (Kuorinka, 1987).

Kuisioner SNQ bisa diaplikasikan pada berbagai macam sektor seperti manufaktur, kesehatan, transportasi, dan lain – lain. Pada sektor manufaktur, SND dapat digunakan untuk penilaian risiko pada industri makanan dan minuman, metal, gas dan perminyakan, perakitan, kaca, dan seluruh industri yang memiliki risiko

WMSD (Lopez-Aragon et.al., 2017). Pada industri tersebut *job design*, postur pekerja, dan durasi waktu bekerja menjadi faktor risiko yang signifikan (Sanjog et al., 2015). Meskipun demikian kekurangan dari kuisioner ini adalah meskipun bisa digunakan untuk populasi yang besar, namun analisis data untuk hasil kuisioner lebih sulit. Selain itu, jawaban responden bisa saja terlalu subjektif. Namun, kuisioner ini tetap memiliki keuntungan karena sudah terstandarisasi dan mudah untuk digunakan (Lopez-Aragon et.al., 2017).

2.4 *Assessment of Repetitive Tasks (ART)*

Metode *Assessment of repetitive task* (ART) pertama kali dikembangkan oleh *health and safety executive* pada tahun 2007. Metode ini merupakan pengembangan dari metode – metode terdahulu yaitu OCRA, *Manual Handling Assessment Chart* (MAC), dan *Quick Exposure Check* (QEC). Menurut *Health and Safety Executive* (2010), tujuan dari pengembangan metode ini untuk membuat suatu *assessment* yang mudah dan mencakup semua faktor yang menjadi penilaian risiko untuk kegiatan berulang. *Assessment of repetitive tasks* (ART) adalah metode penilaian risiko untuk pekerjaan yang sifatnya berulang dan terus menerus pada bagian anggota tubuh *upper limbs*. Metode ART digunakan untuk membantu identifikasi risiko pada suatu pekerjaan dan meninjau pekerjaan yang membutuhkan pengurangan risiko terlebih dahulu (Health and Safety Executive, 2010). Pada metode ART, bagian anggota tubuh yang di observasi adalah leher, tulang belakang, tangan, lengan, dan pergelangan tangan. Penilaian dengan metode ART mempertimbangkan beberapa faktor yang berpengaruh terhadap risiko WMSD yang terjadi pada *upper limbs*. Faktor – faktor tersebut adalah faktor *frequency* dan *repetition*, *force*, *awkward posture*, dan *additional factors*. Seluruh faktor tersebut akan mempengaruhi nilai perhitungan *exposure level* atau ART Score. Berdasarkan faktor – faktor tersebut, maka metode ART tidak bisa menjadi *risk assessment* untuk risiko UL – WMSD pada aktivitas kerja yang berhubungan dengan computer.

HSE memberikan tiga *tools* untuk melakukan penilaian menggunakan metode ART yaitu ART *Guide*, *flowchart*, *task description form* dan *score sheet*. ART *Guide* merupakan pedoman atau tata cara yang dibuat oleh HSE untuk melakukan penilaian risiko menggunakan metode ART. Pedoman tersebut

mencakup langkah – langkah, kriteria penilaian, dan pengolahan data dengan metode ART. *Flowchart* metode ART tersedia di dalam pedoman ART. Fungsi dari *flowchart* ini untuk mempermudah proses pengambilan data karena *flowchart* tersebut menyediakan urutan proses dari pengambilan data. *Tools* terakhir adalah *task description form* dan *score sheet*. *Task description form* adalah form yang digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai pekerja. *Score sheet* merupakan hasil rekapitulasi penilaian untuk masing – masing faktor pada setiap pekerja untuk mendapatkan hasil *exposure score* (Health and Safety Executive, 2009).

Perbedaan metode ART dengan metode lainnya seperti OCRA, RULA, dan HAL adalah mencakup semua dimensi atau faktor yang dipertimbangkan dalam timbulnya penyakit *upper – limb musculoskeletal disorders* dan lebih mudah untuk digunakan (Roodbandi et al., 2015). Keuntungan dari penggunaan metode ART adalah metode ini mudah digunakan karena sudah tersedia *tools* untuk mempermudah penilaian, mencakup faktor – faktor berisiko tinggi yang menyebabkan *musculoskeletal disorders*, bersifat objektif, dan penilaian dilakukan pada setiap individu pekerja sehingga identifikasi risiko akan lebih spesifik. Sedangkan kekurangan dari metode ini adalah karena metode ART merupakan metode baru, maka risiko kesalahan dalam penilaian masih cukup tinggi dan belum ada rekomendasi untuk mengurangi risiko berdasarkan metode ini.

Dalam metode ART, penilaian risiko dibagi ke dalam empat tahap yaitu tahap A (*frequency and repetition*), tahap B (*force*), tahap C (*awkward postures*), dan tahap D (*additional factors*) (Health and Safety Executive, 2010). Pada setiap tahap, diberikan nilai dan warna sesuai dengan kriteria masing – masing tahap. Proses penilaian dapat dilakukan berdasarkan flowchart ART dan kemudian hasil nilai di rekapitulasi ke dalam *score sheet*. Dari *score sheet* tersebut akan didapatkan nilai akhir yaitu *exposure score* (Health and Safety Executive, 2009).

2.4.1 Faktor *Frequency and Repetition* (A)

Menurut Li dan Buckle (1999), frekuensi pergerakan dan pengulangan lengan dan tangan yang tidak termasuk gerakan jari, menjadi salah satu faktor dalam penilaian dengan menggunakan skala (Tabel 2.2). Penilaian untuk gerakan dan pengulangan sebaiknya dikategorikan di dalam skala dibandingkan

menggunakan jumlah. Apabila menghitung jumlah gerakan, bisa saja jumlah gerakan tersebut akan berubah untuk setiap waktu dan pekerja.

Tabel 2. 2 Kriteria Penilaian *Frequency* dan *Repetition* (Tahap A)

Kategori		Nilai
<i>Arm Movements</i>	Frekuensi pergerakan rendah	0
	Frekuensi pergerakan sedang (Memiliki jeda diantara gerakan)	3
	Frekuensi pergerakan tinggi (Pergerakan terus berlanjut)	6
<i>Similar motion pattern of the arm and hand is repeated</i>	10 gerakan / per menit	0
	11-20 gerakan / menit	3
	>20 gerakan / menit	6

Sumber: Health and Safety Executive Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs (the ART tool) , 2010

2.4.2 Faktor *Force* (B)

Force pada metode ART dinilai berdasarkan kekuatan otot tangan yang digunakan selama melakukan aktivitas pekerjaan. Nilai *force* ditentukan berdasarkan penilaian subjektif langsung dari pekerja dan penilaian objektif berdasarkan hasil observasi (Health and Safety Executive, 2009). Tahap pertama adalah memberikan pertanyaan kepada pekerja apakah pekerja yang dilakukan membutuhkan gerakan otot yang berasal dari tangan, lengan, atau jari – jari tangan. Apabila pekerjaan tersebut membutuhkan gerakan yang berasal dari otot tersebut, selanjutnya adalah menanyakan level kekuatan otot kepada pekerja menggunakan skala *Borg CR-10*.

Setelah itu melakukan penilaian objektif berdasarkan observasi langsung aktivitas pekerja dengan mengetahui beban yang dikeluarkan. Beban tersebut merupakan beban barang atau alat yang digunakan oleh pekerja. Beban tersebut kemudian dinilai dari skala *light force* (kurang dari 1 kg), *moderate force* (1 – 4 kg), dan *heavy force* (lebih dari 4 kg). Penetapan nilai kriteria ini berdasarkan pengembangan metode *Quick Exposure Check* (Li & Buckle, 1999)

Tabel 2. 3 Kriteria Penilaian Faktor *Force* (Tahap B)

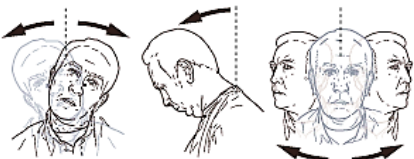

Kategori	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Jarang	0	1	6	12
Sedang (15-30%)	0	2	9	12
Sering (40-60%)	0	4	12	12
Sangat Sering (>80%)	0	8	12	12

Sumber: Health and Safety Executive Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs (the ART tool), 2010

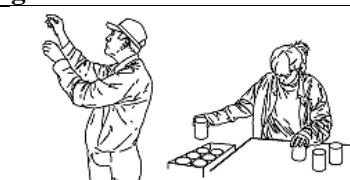
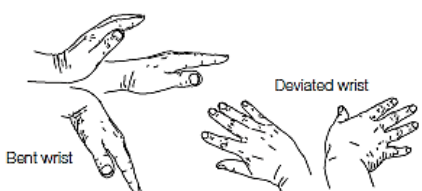
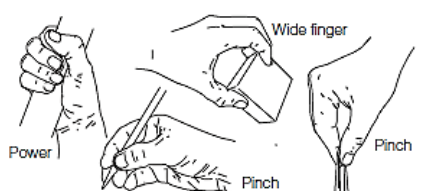
2.4.3 Faktor *Awkward postures* (C)

Awkward postures adalah postur tubuh yang menyimpang dari postur tubuh yang normal. *Awkward postures* pada penilaian ART dilihat dari posisi dan frekuensi posisi tubuh yang menyimpang dari postur tubuh normal. Pada metode ART ada lima bagian tubuh yang dinilai yaitu kepala atau leher (C1), tulang belakang (C2), lengan (C3), pergelangan tangan (C4), tangan atau genggaman jari (C5) (Health and Safety Executive, 2009). Berikut ini adalah masing – masing kriteria untuk penilaian *awkward postures*.

Tabel 2. 4 Kriteria Penilaian *Awkward postures* (Tahap C)

Bagian Tubuh	Kriteria	Score
	Posisi leher / kepala tidak terlalu banyak perubahan (netral)	0
	Melakukan <i>bending</i> / <i>twisting</i>	1
	Melakukan <i>bending</i> / <i>twisting</i> hampir setiap waktu (>50%)	2
	Posisi punggung tidak terlalu banyak perubahan (netral)	0
	Beberapa gerakan bend forward / <i>twisted sideways</i> (15-30%)	1
	Gerakan bend forward / <i>twisted sideways</i> hampir setiap waktu (>50%)	2

Tabel 2.4 Kriteria Penilaian *Awkward postures* (Tahap C) (Lanjutan)

Bagian Tubuh	Kriteria	Score
	Tidak terlalu banyak pergerakan	0
	Beberapa gerakan mengangkat lengan keatas (15-30%)	1
	Gerakan mengangkat tangan hampir setiap waktu (>50%)	2
	Posisi pergelangan tangan lurus atau tidak terlalu banyak perubahan	0
	Melakukan beberapa gerakan <i>bending</i> atau <i>deviating</i> (15-30%)	1
	Gerakan <i>bending</i> atau <i>deviating</i> hampir setiap waktu (>50%)	2
	Tangan memegang alat/barang dengan mudah (<i>power grip</i>) dan posisi tidak <i>awkward</i>	0
	Beberapa kali tangan memegang alat/barang dengan <i>pinch/wide grip</i> (15-30%)	1
	tangan memegang alat/barang dengan <i>pinch/wide grip</i> hampir setiap waktu (>50%)	2

Sumber: Health and Safety Executive Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs (the ART tool), 2010

2.4.4 Faktor *Additional Factors* (D)

Additional factors adalah faktor eksternal yang diamati selain postur tubuh. Faktor – faktor ini adalah faktor istirahat, kecepatan pekerja, faktor lain (alat bantu), durasi kerja, dan psikososial (Health and Safety Executive, 2009).

2.4.4.1 Istirahat (D1)

Kekurangan waktu istirahat pada pekerja menjadi salah satu faktor cedera pada WMSD. Sehingga, istirahat menjadi salah satu faktor dalam penilaian menggunakan metode ART. Menurut *Health and Safety Executive* (HSE), Dalam metode ART, waktu istirahat ditentukan dari istirahat untuk makan, waktu jeda antara tindakan teknis yang signifikan (5 – 10 menit), dan jeda waktu dari melakukan gerakan berulang (Health and Safety Executive, 2009).

Berdasarkan Tabel 2.5, penilaian untuk kategori istirahat dilihat berdasarkan jumlah waktu kerja yang tidak mendapatkan istirahat. Semakin besar jumlah waktu kerja tanpa istirahat, maka skala penilaian akan semakin besar.

Tabel 2. 5 Kriteria Penilaian Faktor Istirahat (Tahap D)

Kategori		Nilai
<i>The workers perform tasks continuously without break</i>	< 1 jam	0
	1-< 2 jam	2
	2-< 3 jam	4
	3-< 4 jam	6
	≥ 4 jam	8

Sumber: Health and Safety Executive Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs (the ART tool), 2010

2.4.4.2 Kecepatan Kerja (D2)

Faktor kecepatan kerja dilihat dari kemampuan pekerja untuk menyelesaikan suatu tindakan teknis (Health and Safety Executive, 2010). Penilaian kecepatan kerja didapatkan dari hasil wawancara kepada pekerja mengenai kesulitan yang ditemukan dalam menyelesaikan tugasnya. Tabel 2.6 menjelaskan frekuensi kesulitan yang ditemui pekerja dalam menyelesaikan suatu aktivitas kerja.

Tabel 2. 6 Kriteria Penilaian Kemampuan Kerja (Tahap D)

Kategori		Nilai
<i>Workpace</i>	Tidak memiliki kesulitan dalam menyelesaikan pekerjaan	0
	Kadang-kadang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan pekerjaan	2
	Sering mengalami kesulitan dalam menyelesaikan pekerjaan	4

Sumber: Health and Safety Executive Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs (the ART tool), 2010

2.4.4.3 Faktor Lainnya (D3)

Faktor lainnya pada metode ART adalah faktor – faktor yang menyebabkan aktivitas kerja terganggu dan menyebabkan keluhan otot. Untuk melakukan

penilaian pada faktor lainnya, maka berikut ini adalah kriteria untuk faktor lainnya (Health and Safety Executive, 2010).

- Sarung tangan yang digunakan menyebabkan ketidaknyamanan saat memegang alat atau produk
- Peralatan bantu digunakan lebih dari 2 kali dalam satu menit
- Penggunaan alat perkakas dengan tangan lebih dari 10 kali dalam satu jam secara terus menerus.
- Peralatan atau produk menimbulkan ketidaknyamanan atau iritasi pada kulit.
- Peralatan menyebabkan ketidaknyamanan atau kram pada tangan, jari, dan pergelangan tangan.
- Bagian lengan memiliki risiko terkena getaran.
- Aktivitas kerja membutuhkan gerakan tangan yang presisi dan akurat.
- Operator memiliki risiko terpapar dingin, *draughts*, dan alat genggam dengan suhu yang dingin.
- Pencahayaan yang kurang.

Maka dilihat dari jumlah kriteria yang muncul, penilaian untuk faktor lainnya sesuai dengan tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Kriteria *Additional Factors* (Tahap D)

Kategori	Nilai
<i>Additional Factors</i>	Tidak ada faktor yang muncul
	Satu faktor muncul
	Dua atau lebih faktor muncul

Sumber: Health and Safety Executive Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs (the ART tool), 2010

2.4.4.4 Durasi Kerja (D4)

Durasi kerja adalah waktu kerja yang dilakukan pekerja dalam satu *shift*. Pada metode ART, durasi kerja yang dihitung adalah lama waktu kerja untuk tindakan yang berulang dan diluar waktu istirahat (Health and Safety Executive, 2009). Faktor durasi kerja akan dihitung berdasarkan nilai *multiplier* sesuai dengan

kriteria. Pada Gambar 2.8, semakin lama durasi kerja, faktor *multiplier* akan semakin besar.

Tabel 2. 8 *Multiplier* Penilaian Durasi Kerja (Tahap D)

Durasi Kerja	<i>Multiplier</i> durasi kerja
< 2 jam	0.5
2-< 4 jam	0.75
4-< 8 jam	1
> 8 jam	1.25

Sumber: Health and Safety Executive Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs (the ART tool), 2010

2.5.4.5 Psikososial (D5)

Faktor psikososial adalah faktor psikis yang perlu dipertimbangkan dalam analisis metode ART. Faktor ini tidak masuk ke dalam perhitungan untuk hasil akhir *exposure* level. Namun, faktor psikososial dapat menjadi apakah faktor psikis mempengaruhi musculoskeletal disorders. Beberapa contoh faktor psikososial yang terdapat di tempat kerja (Health and Safety Executive, 2010):

- Mempunyai target kerja yang terlalu cepat atau tinggi.
- Kerja yang bersifat monotonous.
- Pekerjaan membutuhkan konsentrasi yang tinggi.
- Kekurangan motivasi dari pekerja yang lain atau supervisor.
- Tidak mendapatkan training yang cukup.
- Tuntutan pekerjaan yang tinggi.

2.4.5 Penilaian *Exposure Score*

Exposure score merupakan hasil akhir dari penilaian menggunakan metode ART. Penilaian *exposure* level dilakukan setelah melakukan pembobotan pada masing – masing tahap dari metode ART. Setelah mendapatkan masing – masing nilai dari seluruh kriteria, maka nilai *Exposure Score* dapat diperoleh dengan menjumlahkan nilai dari *task score* dengan *duration multiplier* (Health and Safety Executive, 2009). Berikut ini adalah formulasi perhitungan nilai *Exposure Score*.

$$\text{Task Score} = A1 + A2 + B + C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + D1 + D2 + D3 \quad (2.1)$$

Keterangan:

A1 = *Arm movements*

A2 = *Repetition*

B = *Force*

C1 = *Head / Neck*

C2 = *Back posture*

C3 = *Arm posture*

C4 = *Wrist posture*

C5 = *Finger / Hand grip*

D1 = *Breaks*

D2 = *Work Pace*

D3 = *Additional factors*

Setelah mendapatkan total dari *task score* pada setiap tahap, kemudian nilai *task score* tersebut dikalikan dengan *duration multiplier* sesuai dengan penilaian terhadap durasi waktu kerja.

$$\text{Exposure Score} = \text{Task Score} \times \text{Duration Multiplier} \quad (2.2)$$

Nilai *exposure score* merupakan hasil akhir dari risk assessment menggunakan metode ART. Dengan mengetahui *exposure score*, maka dapat ditentukan prioritas lini produksi yang perlu mendapatkan evaluasi untuk perbaikan stasiun kerja. Hasil dari *exposure score* tersebut diklasifikasikan menjadi tiga zona yaitu rendah, sedang, dan tinggi sesuai dengan Tabel 2.9. Lini produksi dengan *exposure score* yang masuk pada kategori *exposure level* yang rendah maka risiko terpapar *musculoskeletal disorders* masih rendah. Sedangkan lini produksi dengan *exposure score* yang tinggi atau diatas 22, maka diperlukan segera evaluasi terhadap stasiun kerja lini produksi tersebut.

Tabel 2. 9 Kategori *Exposure Score* dan *Exposure Level*

<i>Exposure Score</i>	<i>Exposure Level</i>	
0-11	Rendah	Evaluasi terhadap individu
12-21	Sedang	Peninjauan lebih lanjut pada stasiun kerja
> 22	Tinggi	Peninjauan dilakukan pada stasiun kerja secepat mungkin

Sumber: Health and Safety Executive Assessment of Repetitive Tasks of the upper limbs (the ART tool), 2010

Meskipun *exposure score* tergolong dalam kategori rendah, tetapi untuk nilai *exposure score* >1, sebaiknya tetap dilakukan evaluasi terhadap masing – masing pekerja untuk meminimalisir risiko WMSD pada lingkungan kerja (Health and Safety Executive, 2009).

2.5 Occupational of Repetitive Actions (OCRA)

Pada subbab ini dijelaskan mengenai definisi metode OCRA, faktor – faktor perhitungan OCRA Indeks, dan OCRA Indeks.

2.5.1 Definisi OCRA

Occupational of Repetitive Actions (OCRA) adalah metode yang digunakan untuk menganalisis risiko pada pekerja dengan mempertimbangkan risiko yang terjadi pada anggota tubuh bagian *upper limb* (Occhipinti, 1998). Metode OCRA digunakan untuk pekerjaan yang bersifat manual dan berulang. Aplikasi dari penggunaan metode OCRA sebagai penilaian risiko telah digunakan pada banyak industri manufaktur yang tradisional dan semi otomasi. Faktor – faktor yang dipertimbangkan dalam analisa metode OCRA adalah faktor frekuensi tindakan, kekuatan, postural, risiko tambahan, dan waktu istirahat pekerja. Semua faktor tersebut akan mempengaruhi nilai dari perhitungan OCRA (Colombini & Occhipinti, 2006). OCRA merupakan metode yang sudah mendapatkan standarisasi ISO 11228-3 dan CEN (dengan EN 1005-5). Pada tahun 2000, OCRA *Checklist* menjadi salah satu tools yang digunakan untuk tahap awal dan proses *screening* dari metode OCRA (Colombini & Occhipinti, 2017). Metode OCRA merupakan metode semi kualitatif dan kuantitatif. Hasil akhir yang didapatkan pada metode OCRA adalah nilai dari OCRA *Index* (Colombini & Occhipinti, 2006). Pada penelitian terbaru yang dilakukan oleh Occhipinti dan Colombiani (2006), terdapat hubungan antara nilai OCRA *Index* (*independent variable*) dan orang yang terkena risiko WMSD (*dependent variable*) sesuai dengan persamaan simpel linear regresi sebagai berikut:

$$PA = 2.39 (\pm 0.14) OCRA \quad (2.3)$$

Keterangan:

PA : jumlah orang yang terkena WMSD x 100 dibandingkan dengan jumlah orang yang berisiko terkena WMSD

0.14 : standard error regresi

Berdasarkan persamaan PA, dapat dibuktikan bahwa persamaan regresi tersebut extremely significant ($p < 0.00001$). Dengan menggunakan variabel PA, nilai OCRA *Index* menggunakan limit persentil 95% untuk batas aman (zona hijau) dan persentil 5% untuk batas tidak aman atau masuk ke dalam zona kuning atau merah (*prudential criterion*) (Colombini & Occhipinti, 2006). Menurut Colombini & Occhipinti (2006), ketiga zona OCRA *Index* tersebut memiliki arti:

1. Zona Hijau : Tidak ada risiko atau risiko dapat diterima
2. Zona Kuning : Memiliki risiko yang rendah tetapi sebaiknya dilakukan perbaikan untuk penanganan *structural risk factors* seperti postur, kekuatan, tindakan teknis, dan lain – lain.
3. Zona Merah : Sangat berisiko dan risiko tidak dapat diterima. Pada zona ini sebaiknya dilakukan perbaikan dengan redesign workplace dan training pada pekerja.

Kelebihan dari metode OCRA adalah faktor yang dipertimbangkan dalam penilaian risiko sudah cukup lengkap dibandingkan metode lainnya. Selain itu, OCRA bisa memprediksi jumlah pekerja dalam suatu populasi yang terkena risiko WMSD dan salah satu metode yang digunakan untuk membuat keputusan mengenai perbaikan fasilitas kerja dan perancangan ulang aktivitas pekerja. (Colombini & Occhipinti, 2017) Sedangkan kekurangan dari metode ini yaitu membutuhkan waktu yang lama dalam analisa data.

2.5.2 Faktor Frekuensi Tindakan Konstan

Faktor frekuensi tindakan konstan adalah jumlah rekomendasi tindakan yang dilakukan per menit. Menurut Occhipinti (1998), intensitas suatu tindakan dapat dikatakan tinggi apabila jumlah tindakan >40 per menit. Sehingga jumlah tindakan konstan yang disarankan adalah 30 per menit.

2.5.3 Faktor Kekuatan

Faktor kekuatan adalah besar kekuatan yang dikeluarkan untuk melaksanakan aktivitas atau tindakan teknik dalam satu siklus (Occhipinti, 1998). Untuk mendapatkan nilai dari faktor kekuatan adalah menanyakan langsung kepada pekerja setelah menyelesaikan satu siklus pekerjaan. Kategori penilaian untuk faktor kekuatan ini bisa menggunakan *Borg Scale* seperti tabel 2.10.

Tabel 2. 10 *Multiplier* untuk Faktor Kekuatan

Borg Scale	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Multiplier	1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.45	0.35	0.2	0.1	0.01

Sumber: OCRA: a concise *index* for the assessment of *exposure* to repetitive movements of the upper limbs, 1998

2.5.4 Faktor Postur Tubuh

Faktor postur tubuh pada OCRA menjadi faktor yang berpengaruh dalam munculnya risiko WMSD apabila jumlah gerakan yang identik dilakukan lebih dari 50% atau 1/3 aktivitas pekerjaan dalam satu siklus (Occhipinti, 1998). Penilaian faktor postur tubuh dilakukan masing – masing untuk anggota tubuh (siku, tangan, dan pergelangan tangan) bagian kanan dan kiri (Lampiran A). Perhitungan nilai *multiplier* untuk faktor postur dilihat dari frekuensi gerakan anggota tubuh keempat anggota tubuh tersebut yaitu (Colombini & Occhipinti, 2017):

- Postur dan gerakan lengan sampai bahu (*flexion, extension, dan abduction*).
- Gerakan pada siku (*arm-forearm, flexion-extension, forearm pronation-supination*).
- Postur dan gerakan pergelangan tangan (*flexion-extension, radioulnar deviations*).
- Postur dan gerakan tangan (jenis genggam).

Pada tabel 2.3 merupakan *multiplier* faktor sesuai dengan nilai indeks untuk postur tubuh.

Tabel 2. 11 *Multiplier* untuk Faktor Postur

Postur Index Score	0-3	4 – 7	8-11	12-15	16-19	20-23	24-27	≥ 28
Multiplier	1	0.70	0.60	0.50	0.33	0.1	0.07	0.03

Sumber: OCRA: a concise *index* for the assessment of *exposure* to repetitive movements of the upper limbs, 1998)

2.5.5 Faktor Risiko Tambahan

Risiko tambahan pada metode OCRA adalah faktor risiko yang dapat disebabkan oleh kondisi eksternal seperti lingkungan sekitar aktivitas kerja. Faktor tambahan ini bisa berupa alat – alat yang membantu pekerja, perlengkapan atau atribut kerja, mesin, getaran, dan lain – lain.

Tabel 2. 12 *Multiplier* untuk Faktor *Additional Items*

<i>Additional Factors Index Score</i>	0	4	8	12
<i>Multiplier</i>	1	0.95	0.9	0.85

Sumber: OCRA: a concise *index* for the assessment of *exposure* to repetitive movements of the upper limbs, 1998

2.5.6 Faktor Waktu Istirahat

Faktor waktu istirahat adalah jumlah waktu istirahat yang diberikan kepada pekerja selama satu *shift*. Untuk pemberian nilai *multiplier* dari faktor ini, dilihat berdasarkan jumlah waktu pekerja tanpa beristirahat. Berdasarkan Tabel 2.13, semakin sedikit waktu istirahat pekerja, maka nilai *multiplier* semakin besar.

Tabel 2. 13 *Multiplier* untuk *Recovery Periods*

No. of Hours Without Adequate Recovery	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Multiplier</i>	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.45	0.25	0.1	0

Sumber: OCRA: a concise *index* for the assessment of *exposure* to repetitive movements of the upper limbs, 1998

2.5.7 OCRA Index

OCRA *Index* adalah rasio dari nilai *actual technical actions* (ATA) dan *recommended technical actions* (RTA) (Colombini & Occhipinti, 2017). Berikut ini adalah tahap – tahap untuk perhitungan nilai ATA dan RTA.

1. Perhitungan nilai *actual technical actions* (ATA)

Penentuan nilai ATA berdasarkan data jumlah tindakan teknis yang dilakukan dalam satu siklus, waktu siklus, dan total *shift* pekerja. Maka formulasi untuk perhitungan nilai ATA adalah:

$$frequency = \frac{Total\ number\ of\ action\ x\ 60}{Cycle\ Time} \quad (2.4)$$

$$Total\ ATA = frequency\ x\ shift\ time\ in\ minutes \quad (2.5)$$

2. Penentuan nilai *recommended technical actions* (RTA)

Nilai *recommended technical actions* adalah rekomendasi jumlah gerakan yang sebaiknya dilakukan dalam satu *shift*. Untuk mencari nilai RTA, maka diperlukan data *force multiplier*, *posture multiplier*, dan *additional multiplier*, *repetitiveness multiplier* (Colombini & Occhipinti, 2017).

Berdasarkan nilai *multiplier* tersebut, maka formulasi untuk nilai RTA adalah:

$$Total\ RTA = k_f \times F_m \times P_m \times R_{em} \times A_m \times t_m \times R_{cm} \times t_m \quad (2.6)$$

Keterangan:

k_f = *Constant of frequency, technical actions* = 30/min

F_m = *Force Multiplier*

P_m = *Posture Multiplier*

R_{em} = *Repetitiveness Multiplier*

T = *Duration of the repetitiveness (minutes)*

A_m = *Additional Multiplier*

R_{cm} = *Recovery Multiplier*

t_m = *Duration Multiplier*

3. Penentuan OCRA Index

Setelah mendapatkan nilai ATA dan RTA, maka diperoleh nilai OCRA Index dengan membagi nilai ATA dengan RTA per stasiun kerja. Berikut ini adalah formulasi perhitungan nilai ATA dan RTA

$$OCRA\ Index = \frac{\Sigma ATA}{\Sigma RTA} \quad (2.7)$$

Keterangan:

ATA = *Actual technical actions*

RTA = *Recommended technical actions*

4. Pengklasifikasian hasil OCRA *Index*

Berdasarkan hasil OCRA *Index* yang telah didapatkan untuk bagian tubuh anggota kiri dan kanan pada setiap lini produksi, maka nilai tersebut akan diklasifikasikan berdasarkan kriteria metode OCRA seperti Tabel 2.14.

Tabel 2. 14 Klasifikasi Hasil Indeks OCRA

Ocra <i>Index</i>	Level	Risiko	Persentase Jumlah Pekerja Terkena WMSD (%)
0-2.2	Hijau	Sangat Rendah	< 5.3
2.3-3.5	Kuning	Rendah	5.3-8.4
3.6-4.5	Orange	Sedang	8.5-10.7
4.6-9.0	Merah	Tinggi	10.8-21.5
> 9.0	Merah Tua	Sangat tinggi	> 21.5

Sumber: The OCRA system for analysing *exposure* to biomechanical overload of the upper limbs, 2013

Menurut Occhipinti (2008), jika nilai dari OCRA *Index* ≤ 1 , maka risiko pekerja terkena gangguan cedera dapat diasumsikan tidak signifikan. Karena nilai OCRA *Index* ≤ 1 berarti hampir tidak ada pekerja yang terkena WMSD. Sedangkan jika indeks OCRA > 1 , maka hasil tersebut dapat diterima atau sudah signifikan. Semakin besar nilai OCRA, maka risiko pekerja dan jumlah pekerja yang terkena WMSD semakin besar.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

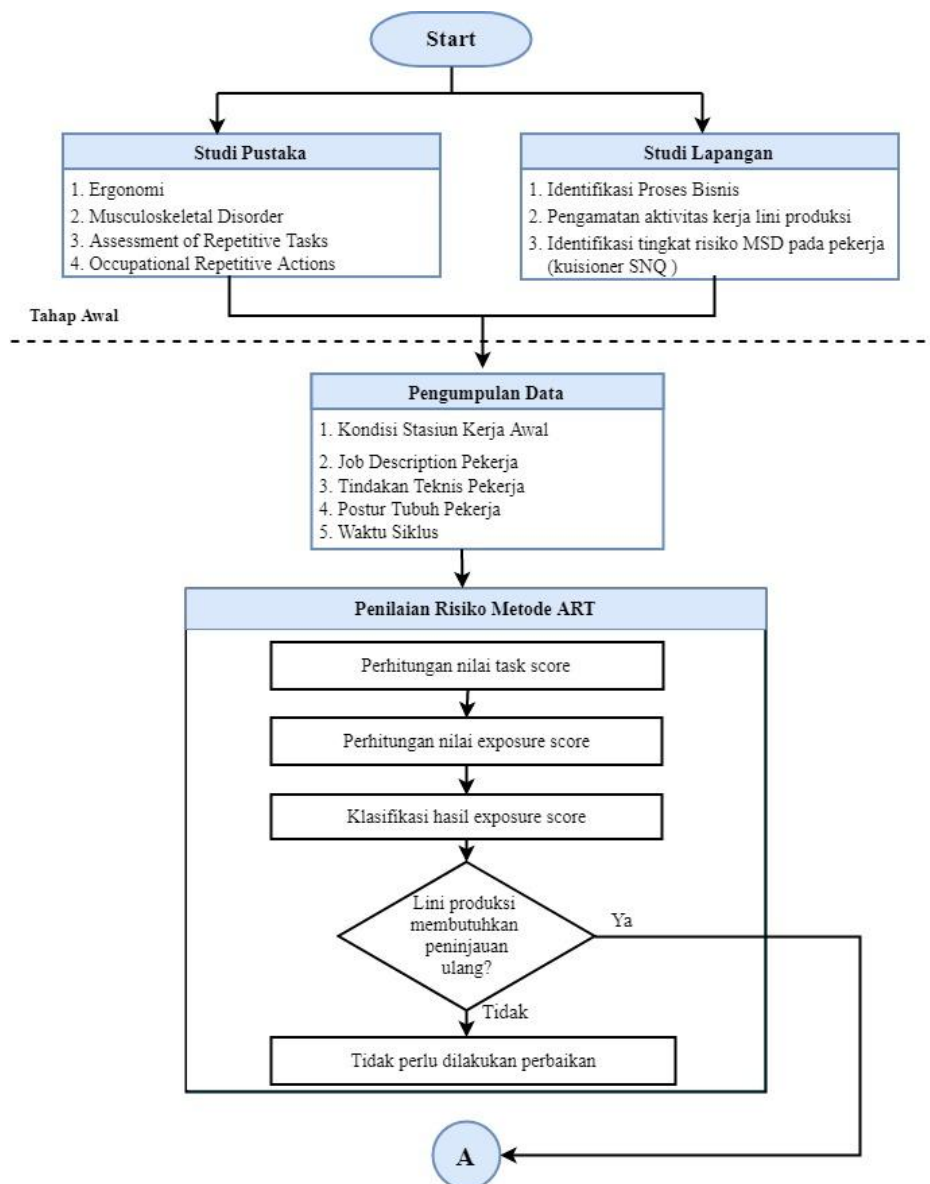
METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai sistematika metodologi penelitian dari tahap awal penelitian hingga kesimpulan dan saran penelitian.

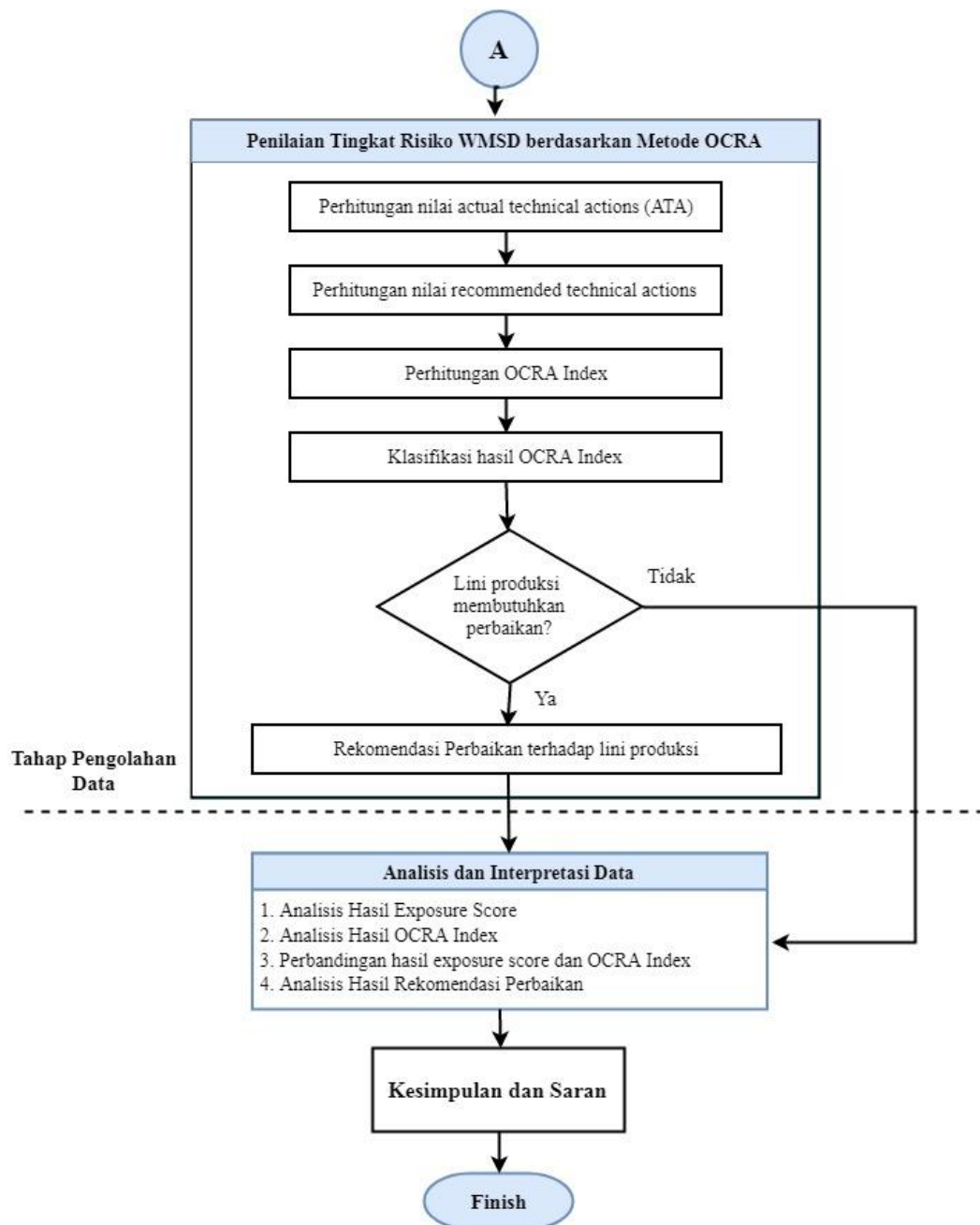
3.1 *Flowchart* Metodologi

Pada subbab ini digambarkan *flowchart* untuk sistematika metodologi penelitian tugas akhir ini dari tahap awal hingga tahap penarikan kesimpulan dan saran. Berdasarkan Gambar 3.1, penelitian dimulai dari tahap studi pustaka dan studi lapangan. Studi pustaka dilakukan untuk mempelajari dasar – dasar teori yang diperlukan dalam penelitian dan studi lapangan dilakukan untuk mempelajari aktivitas dan proses bisnis perusahaan serta proses produksi.

Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data primer dengan observasi langsung ke pabrik. Dari hasil pengumpulan data, dilakukan pengolahan data sesuai dengan metode yang diberikan yaitu metode ART dan OCRA. Hasil dari pengolahan data metode ART yang berupa nilai exposure level menjadi penentuan apakah stasiun kerja selanjutnya diteliti menggunakan metode OCRA. Stasiun kerja yang teridentifikasi memiliki tingkat risiko di level kuning dan merah ditinjau kembali menggunakan metode OCRA untuk mencari indeks OCRA. Kemudian nilai indeks OCRA tersebut menjadi penentu diperlukannya rekomendasi perbaikan terhadap stasiun kerja. Stasiun kerja yang memiliki tingkat risiko MSD sedang dan tinggi memerlukan perbaikan untuk mengurangi tingkat risiko. Selanjutnya hasil pengolahan data di analisis dan dilakukan penarikan kesimpulan dan pemberian saran untuk penelitian selanjutnya.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian (Lanjutan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan, proses pengumpulan data dan pengolahan data dari penelitian tugas akhir pada pabrik *Tempered Glass*.

4.1 Gambaran Umum Objek Amatan

Objek amatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pabrik pengolahan *tempered glass*. Pabrik ini berdiri sejak tahun 2000 dan saat ini berlokasi Mojokerto dan merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi *glass cover*, *glass flat*, dan *glass ball*. Saat ini, perusahaan memiliki pangsa pasar 30% lokal dan 70% luar negeri. Selain menjadi *supplier* tutup panci, produk lain yang dibuat adalah pembuatan tutup lampu jalan dan furniture. Sedangkan untuk produk yang di ekspor, beberapa Negara yang menjadi konsumen adalah Vietnam, Turki, Korea Selatan, India, Prancis, dan Amerika.

Sistem produksi yang diterapkan di perusahaan ini adalah *make to order* atau produk dibuat setelah menerima pesanan dari kustomer. Perusahaan menerima pesanan dari kustomer sesuai dengan keinginan kustomer. Kapasitas produksi setiap bulannya dapat mencapai 400.000 – 600.000 untuk produk *glass lid* dan 50.000 m² untuk produk *flat glass*. Sistem kerja yang diterapkan untuk memenuhi kapasitas produksi tersebut dengan menerapkan dua shift yaitu shift I dan shift III. Jumlah pekerja yang berada di dua divisi untuk satu shift ±35 orang. Jam kerja untuk masing – masing shift pada lini produksi adalah sebagai berikut:

- Shift I

Senin – Jumat	: 08.00 – 16.00 WIB
Sabtu	: 08.00 – 13.00 WIB
Minggu	: Libur

- Shift III

Senin – Jumat	: 12.00 – 08.00 WIB
Sabtu	: 12.00 – 05.00 WIB
Minggu	: Libur

Proses produksi pembuatan tutup panci pada PT. X adalah mengolah bahan baku *stainless steel* dan kaca menjadi tutup panci. Bahan baku kaca dikirim dari supplier local dan impor. Sedangkan bahan baku *stainless steel* dikirim dari supplier impor. Pemilihan tipe kaca dan *stainless steel* berdasarkan permintaan dari kustomer. Produksi pengolahan kedua bahan baku tersebut dilakukan pada dua divisi yang berbeda. Departemen material untuk pengolahan kaca dan Departemen *ring* untuk pengolahan *stainless steel*. Produk tutup panci yang dihasilkan oleh pabrik memiliki variasi yang cukup banyak. Untuk pengolahan kaca menjadi tutup panci proses produksi tidak berubah untuk setiap variasi. Perbedaan proses hanya terletak ketika kustomer memiliki permintaan untuk meletakkan logo atau tidak. Sedangkan untuk pengolahan *stainless steel* menjadi *ring*, Perusahaan menetapkan tiga variasi untuk produk ring yaitu *Ring C Type*, *Ring G/T Type*, dan *Ring Z Type*. Setiap tipe dibedakan pada bentuk ring tersebut.

Alur proses produksi pembuatan tutup panci pabrik secara umum adalah proses pembuatan ring dan kaca berjalan dengan proses parallel. Proses produksi di pabrik ini adalah semi otomatis. Pada pengolahan bahan baku *stainless steel*, semua proses dilakukan menggunakan bantuan mesin. Namun hanya dua proses yang *full* otomasi yaitu *cutting* dan *welding*. Kedua proses tersebut, operator hanya bertugas untuk melakukan inspeksi dan pengaturan mesin. Sedangkan untuk proses pembentukan seperti *roll c type*, *roll pressing*, *roll expanding*, dan *polishing* mesin hanya menjadi alat bantu. Pada proses pengolahan kaca, hanya proses *tempering* yang menggunakan full otomasi dan operator memiliki tugas untuk melakukan inspeksi sebelum produk masuk mesin dan keluar mesin. Kemudian kedua produk digabung pada tahap *assembly* sebelum produk dikemas untuk dikirim langsung ke pelanggan. Pada tahap *assembly* pekerjaan dilakukan secara manual. Kemudian pada bagian akhir yaitu *packaging* dilakukan secara manual. Pada proses *packaging* ini dilakukan proses *riveting* dengan bantuan mesin sebagai alat bantu. Karena hampir seluruh produk jadi dikirim langsung ke pelanggan, maka PT. X hanya memiliki penyimpanan bahan baku dan kelebihan produk jadi. Gudang penyimpanan menjadi satu dengan rantai produksi.

4.2 Pengumpulan Data

Pada subbab ini berisikan kondisi nyata desain stasiun kerja pabrik *tempered glass* dan data – data yang diperoleh berdasarkan kondisi stasiun kerja Departemen Material dan Departemen *Ring*. Data tersebut adalah data penilaian metode ART dan data tindakan teknis pekerja.

4.2.1 Stasiun Kerja Kondisi Awal

Berikut ini adalah gambaran desain stasiun kerja kondisi saat ini untuk pembuatan *glass lids* tipe G.

- *Cutting 1*

Stasiun kerja *cutting 1* adalah proses produksi pertama dalam pengolahan *raw material* kaca. Pada stasiun kerja ini, *raw material* kaca besar dipotong berdasarkan ukuran lebar menjadi beberapa persegi panjang untuk dilanjutkan ke *cutting 2*.

- *Cutting 2*

Stasiun kerja *cutting 2* adalah stasiun kerja yang memotong kaca menjadi bentuk lingkaran. Pada stasiun kerja ini proses pemotongan dilakukan secara otomatis dengan mesin *cutting*. Operator pada stasiun kerja ini bekerja dalam posisi berdiri. Selain menggeser posisi kaca, operator memiliki tugas untuk memisahkan kaca yang sudah terpotong dan kaca panjang.

- Grinda

Pada stasiun kerja grinda, kaca yang telah berbentuk lingkaran diperhalus pada bagian sisi ujung untuk mengurangi ketajaman pada sisi kaca tersebut. Pekerja bertugas untuk mengoperasikan alat dengan menekan tombol pada setiap kali aktivitas *grinding* dilakukan. Hasil kaca yang sudah diperhalus dipindahkan ke *conveyor* untuk dilanjutkan ke proses bor *auto*.

- Bor *Auto*

Pada stasiun kerja bor *auto*, hasil kaca yang telah diperhalus diberikan lubang udara (sesuai permintaan) dan lubang penyangga tutup pada bagian sisi samping dan tengah kaca. Stasiun kerja ini operator bekerja dalam posisi duduk.

- *Wiping*

Pada stasiun kerja *wiping*, pekerja melakukan proses inspeksi dan membersihkan potongan kaca dari debu. Bagian *wiping* dilakukan secara manual dan tidak membutuhkan bantuan mesin. Karena kaca yang diinspeksi merupakan kaca yang telah melalui proses *automatic cleaning* yang dijalankan dengan mesin *conveyor*.

- *Stamping*

Pada stasiun kerja *stamping*, pekerja melakukan penyablonan untuk tutup kaca sesuai dengan desain dan order yang diberikan. Proses ini dilakukan sebelum kaca diperkuat dan dimasukkan ke dalam mesin oven. Alat bantu yang digunakan untuk proses ini adalah kertas desain, cap, dan cat.

- *Assembly*

Proses *assembly* merupakan proses penggabungan antara material kaca yang telah dipanaskan dari mesin oven dan *ring*. Proses ini dilakukan secara manual oleh operator. Pada stasiun kerja ini dibutuhkan gerakan tangan yang repetitif untuk menggabungkan kedua material tersebut.

- *Roll Finish*

Pada stasiun kerja *roll finish*, kaca dan *ring* yang telah di *assembly* menjadi tutup panci dilakukan proses *roll* untuk memperkuat gabungan antara kedua material tersebut. Operator mengoperasikan mesin *roll finish* dengan posisi berdiri dan menggunakan tuas yang ada untuk memberikan tekanan pada kedua material yang telah di *assembly*.

- *Riveting*

Pemberian *rivet* dilakukan dengan posisi duduk secara manual dan teliti. Kemudian, pekerja mengencangkan *rivet* dengan mesin rivet agar rivet tidak lepas dari sisi kaca tersebut.

- *Packaging*

Proses pengemasan dilakukan secara manual di stasiun kerja *packaging*. Pada stasiun kerja ini, operator bekerja dalam posisi berdiri. Operator memindahkan tutup panci dari lantai ke dalam kardus dan membungkus kardus secara manual. Proses *packaging* ini dilakukan terus menerus, namun operator yang

bertugas bergantian karena waktu kerja pengemasan tidak membutuhkan waktu yang lama seperti stasiun kerja lainnya.

- *Cutting Steel*

Pada stasiun kerja *cutting steel, stainless steel* yang telah dipotong untuk menyesuaikan ukuran lebar secara otomatis, kemudian dipotong kembali untuk menyesuaikan ukuran panjang. Mesin *cutting steel* bekerja secara otomatis, namun diperlukan operator yang bertugas untuk memindahkan steel yang telah menjadi strip ke kotak penampungan.

- Pengelasan

Pada stasiun kerja pengelasan, *strip* diubah menjadi bentuk ring. Mesin pengelesan bekerja secara otomatis. Operator bertugas untuk menekuk kedua sisi strip untuk di *welding* menjadi bentuk ring. Operator di stasiun kerja ini melakukan aktivitas produksi dengan posisi duduk.

- *Roll C*

Pada stasiun kerja *roll C*, operator mengoperasikan mesin untuk memberikan bentuk C yang kokoh pada ring yang telah dibentuk. Selain itu pada stasiun kerja ini, sisi *ring* diperhalus untuk mengurangi ketajaman. Operator bekerja dalam posisi duduk dan mengoperasikan tuas yang berada di samping kanan.

- *Roll G*

Pada stasiun kerja *Roll G*, *ring C* dibentuk pada sisi dalamnya untuk membentuk Ring menjadi seperti huruf G. Stasiun kerja *Roll G* memberikan bentuk akhir pada produk *glass lids Roll G*. Operator melakukan aktivitas kerja dalam posisi duduk dan menekan tuas yang berada di samping kanan.

- *Polishing*

Pada stasiun kerja *polishing*, Ring G yang telah jadi diperhalus kembali dengan mesin *polishing*. Pada mesin *polishing* ini, operator menggunakan alat bantu sarung tangan untuk melindungi tangan dari mesin dan masker untuk menghindari debu hasil mesin polish. Tugas operator pada stasiun kerja ini adalah memegang balok kayu ring untuk membantu memberikan tekanan pada mesin poles.

4.2.2 Data ART

Data ART ini merupakan data penilaian empat faktor risiko yaitu frekuensi dan gerakan berulang, kekuatan, *awkward postures*, dan faktor tambahan. Selain itu pada pengumpulan data ART dibutuhkan waktu siklus, durasi kerja, dan waktu istirahat. Data ART dibutuhkan untuk melakukan pengolahan data metode ART untuk mendapatkan nilai *exposure score* dan *exposure level*.

4.2.2.1 Data ART Departemen Material

Pada Tabel 4.1 adalah hasil pengumpulan data observasi terhadap durasi kerja, waktu istirahat, dan penilaian postur pada masing – masing stasiun kerja di Departemen Material. Penilaian setiap risiko berdasarkan nilai dari masing–masing kriteria pada bab 2.

Tabel 4. 1 Data ART Lini Produksi *Cutting 1*

Departemen	Material	
Lini Produksi	Cutting 1	
Alat bantu yang digunakan	Cutter, Alat ukur	
Beban yang diangkat	2 kg	
Waktu siklus	59.03	detik
Durasi waktu kerja	480	menit
Waktu istirahat	70	menit
Durasi waktu kerja efektif	410	menit
Faktor Risiko	Kiri	Kanan
A1 Frekuensi Gerakan Tangan	3	3
A2 Gerakan Tangan Berulang	3	3
B Kekuatan	2	2
C1 Postur Kepala / Leher	0	0
C2 Postur Punggung	0	0
C3 Postur Lengan	0	0
C4 Postur Pergelangan Tangan	1	1
C5 Genggaman Tangan / Jari	0	0
D1 Waktu Istirahat	6	6
D2 Kemampuan Kerja	0	0
D3 Faktor Tambahan	2	2
D4 <i>Multiplier</i> Durasi	1	1

4.2.1.2 Data ART Departemen *Ring*

Pada tabel 4.2 adalah hasil pengumpulan data observasi terhadap durasi kerja, waktu istirahat, dan penilaian postur pada masing – masing stasiun kerja di Departemen *Ring*. Penilaian setiap risiko berdasarkan nilai dari masing – masing kriteria pada bab 2.

Tabel 4. 2 Data ART Lini Produksi *Cutting Steel*

Departemen	Ring	
Lini Produksi	<i>Cutting 2</i>	
Alat bantu yang digunakan	Tidak ada	
Beban yang diangkat	<0.5 kg	
Waktu siklus	3.6	detik
Durasi waktu kerja	420	menit
Waktu istirahat	70	menit
Durasi waktu kerja efektif	30	menit
Faktor Risiko	Kiri	Kanan
A1 Frekuensi Gerakan Tangan	0	3
A2 Gerakan Tangan Berulang	0	3
B Kekuatan	0	0
C1 Postur Kepala / Leher	0	0
C2 Postur Punggung	0	0
C3 Postur Lengan	0	0
C4 Postur Pergelangan Tangan	0	2
C5 Genggaman Tangan / Jari	0	1
D1 Waktu Istirahat	6	6
D2 Kemampuan Kerja	0	0
D3 Faktor Tambahan	0	0
D4 <i>Multiplier</i> Durasi	1	1

4.2.3 Data Tindakan Teknis (OCRA)

Data tindakan teknis OCRA merupakan data yang berisikan jumlah tindakan teknis, frekuensi, penilaian faktor – faktor tindakan, jam kerja dan jam istirahat pekerja. Data penilaian tindakan teknis pekerja untuk *awkward postures* berdasarkan hasil dari presentase waktu gerakan anggota tubuh sesuai dengan waktu siklus dan jumlah tindakan teknis. Berikut ini adalah contoh perhitungan

untuk nilai *awkward postures* pada departemen material, lini produksi *cutting* 1 untuk anggota tubuh siku bagian kiri.

$$\text{Presentase Gerakan} = \frac{\text{Waktu Gerakan a}}{\text{Waktu Siklus total}}$$

$$= \frac{36.70}{59.03} = 63.5\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan formulasi xx, maka didapatkan hasil presentase gerakan siku anggota tubuh bagian kiri adalah 63.5%. Maka hasil nilai multiplier untuk gerakan siku tersebut adalah 4.3. Berikut ini adalah pengumpulan data untuk data tindakan teknis pada dua departemen.

- Data Tindakan Teknis Departemen Material

Berikut ini pada Tabel 4.16–4.26 adalah hasil pengumpulan data tindakan teknis pekerja di departemen material pada shift 1 dengan jam kerja dimulai pada pukul 08.00 – 16.00 WIB. Pengumpulan data yang dibutuhkan untuk tindakan teknis adalah uraian tindakan teknis, jumlah tindakan teknis, waktu siklus, durasi kerja dan istirahat, penilaian faktor postur, dan waktu kerja tanpa istirahat.

Tabel 4. 3 Data Tindakan Teknis Lini Produksi *Cutting* 1

Departemen		Material	
Lini Produksi		Cutting 1	
No	Uraian Operasi kerja	Jumlah Gerakan	
		Kiri	Kanan
1	Mengambil potongan kaca besar	1	1
2	Meletakkan potongan kaca besar diatas meja potong	1	1
3	Menggeser alat ukur	8	
4	Memotong kaca menjadi persegi panjang		8
5	Meletakkan alat potong dan alat ukur	1	1
6	Meletakkan potongan kaca ke tumpukkan kaca (WIP)	1	1
Jumlah Tindakan Teknis		12	12
Waktu siklus		59.03	detik
Durasi Kerja		480	menit
Deskripsi Waktu Kerja			
Jam Mulai Kerja		8:00:00 AM	
Jam Selesai Kerja		4:00:00 PM	
Jam Istirahat		12.00-13.00	

Deskripsi Waktu Istirahat dalm Satu Shift			
Durasi istirahat makan		60	menit
Durasi istirahat lainnya		10	menit
Total		70	menit
Durasi Kerja Efektif		410	menit
Faktor		Kiri	Kanan
1	Kekuatan	8	8
2	<i>Awkward postures</i>		
	Bahu	10.7	8.9
	Siku	4.3	2.5
	Pergelangan Tangan	6	4
	Genggaman Jari	2.1	4.4
	Nilai Akhir	8.9	8.9
3	Faktor Tambahan	2	2
4	Waktu kerja tanpa jeda istirahat (menit)	240	240

- Datar Tindakan Teknis Departemen *Ring*

Berikut ini pada tabel 4.16 – 4.26 adalah hasil pengumpulan data tindakan teknis pekerja di departemen *ring* pada shift 1 dengan jam kerja dimulai pada pukul 08.00 – 16.00 WIB. Pengumpulan data yang dibutuhkan untuk tindakan teknis adalah uraian tindakan teknis, jumlah tindakan teknis, waktu siklus, durasi kerja dan istirahat, penilaian faktor postur, dan waktu kerja tanpa istirahat.

Tabel 4. 4 Data Tindakan Teknis Lini Produksi *Cutting*

Departemen		Ring	
Lini Produksi		Cutting 2	
No	Uraian Operasi kerja	Jumlah Gerakan	
		Kiri	Kanan
1	Mengambil potongan stainless steel dari mesin	0	1
Jumlah Tindakan Teknis		0	1
Waktu Siklus		3.6	detik
Durasi Kerja		420	menit
Deskripsi Waktu Kerja			
Jam Mulai Kerja		8:00:00 AM	
Jam Selesai Kerja		4:00:00 PM	
Jam Istirahat		12.00-13.00	
Deskripsi Waktu Istirahat dalm Satu Shift			
Durasi istirahat makan		60	menit
Durasi istirahat lainnya		10	menit

Total		70	menit
Durasi Kerja Efektif		350	menit
Faktor		Kiri	Kanan
1	Kekuatan	0.5	0.5
2	Awkard <i>Postures</i>		
	Bahu	0	8
	Siku	0	8
	Pergelangan Tangan	0	4
	Genggaman Jari	0	4
	Nilai Akhir	0	8
3	Faktor Tambahan	0	0
4	Waktu kerja tanpa jeda istirahat (menit)	240	240

4.2.4 Data Postur Tubuh Pekerja

Pada Tabel 4.31 ini adalah data postur tubuh pekerja pada dua departemen yang lebih spesifik untuk masing – masing faktor pada *awkward postures*. Penilaian untuk data postur pekerja ini sesuai dengan jenis gerakan masing – masing anggota tubuh dan presentase gerakan yang dihitung menggunakan jumlah waktu tindakan per gerakan anggota tubuh.

Tabel 4. 5 Penilaian Postur pada Bagian Anggota Tubuh Kiri

DEPARTEMEN MATERIAL											
Lini Produksi	Tindakan Teknis	Frekuensi	Shoulder Position (%)	Elbow Position (%)	Wrist Position (%)	Grip Position (%)	SM	EM	WM	GM	Nilai Akhir
Cutting 1	Mengambil potongan kaca besar	1	Flx (17)	Flx (15)	Rdnlr (17)	NG (17)	10.7	4.3	6	2.1	10.7
	Meletakkan potongan kaca besar diatas meja potong	1	Ext(6)	Ext(6)	Rdnlr (6)	NG (6)					
	Menggeser alat ukur	8	Ext(55)	Pron (55)	Flx (55)	WG (55)					
	Meletakkan alat potong dan alat ukur	1	Abd(6)	Pron(6)	Rdnlr (6)	WG (6)					
	Meletakkan potongan kaca ke tumpukkan kaca (WIP)	1	Ext(16)	Ext(16)	Rdnlr (16)	NG (16)					
Cutting 2	Mengambil potongan kaca persegi panjang	1	Flx (10)	Flx(10)	Rdnlr (10)	NG (10)	8.9	4.7	6	2.5	8.9
	Meletakkan potongan kaca besar diatas meja potong	1	Ext (5)	Ext(5)	Flx (5)	NG (5)					
	Menggeser kaca	5	Abd (37)	Pron (37)	Rdnlr (37)						
	Melepaskan potongan kaca lingkaran dari potongan kaca persegi panjang	5	Abd (30)	Pron(30)	Ext(30)	NG (30)					
	Mengambil potongan kardus	1	Flx(12)	Flx (12)	Flx (12)	WG (12)					
Grinda	Mengambil tutup kardus	1	Ext (15)	Flx (15)	Flx (15)	WG (15)	4	2	2	2	4
	Mengambil potongan kaca	1	Ext (15)	Ext(15)	Flx (15)	NG(15)					
	Meletakkan kaca diatas piringan mesin grinda	1	Abd(11)	Pron (11)		NG(15)					

Tabel 4.5 Penilaian Postur pada Bagian Tubuh Anggota Kiri (Lanjutan)

DEPARTEMEN MATERIAL											
Lini Produksi	Tindakan Teknis	Frekuensi	Shoulder Position (%)	Elbow Position (%)	Wrist Position (%)	Grip Position (%)	SM	EM	WM	GM	Nilai Akhir
Bor Auto	Mengambil potongan kaca dari mesin conveyor	1	Abd (15)	Pron (15)	Rdnlr (15)	NG(15)	4	1.3	1.3	2	4
	Meletakkan kaca kedalam mesin bor	1	Ext(12)	Ext (12)	Ext(12)	NG(15)					
	Menekkan tombol	1		Susp (12)							
Wiping	Mengambil potongan kaca dari mesin conveyor	1	Abd (17)	Pron (17)	Rdnlr (17)	NG (17)	4.4	2.2	2.2	2.2	4.4
	Meletakkan kaca diatas potongan kardus	1	Abd (17)	Pron (17)	Rdnlr (17)	NG(17)					
Stamping	Mengambil potongan kardus	1	Ext (19)	Ext (19)	Flx (19)	WG (19)	6	4.1	3.8	2.5	6
	Mengambil potongan kaca	1		Ext (19)	Flx (19)	NG(19)					
	Meletakkan kaca yang telah disablon diatas potongan kardus	1	Ext(19)	Ext (19)	Rdnlr (19)	NG (19)					
Assembly	Mengambil Ring	1	Abd (13)	Pron (13)	Flx (13)	WG (13)	6.5	2	2	2.2	6.5
	Menggabungkan ring dengan potongan kaca	1	Abd (25)	Flx (25)	Rdnlr (25)	WG (25)					
	Meletakkan tutup panci	1	Abd (13)	Pron (13)		WG (25)					

Tabel 4.5 Penilaian Postur pada Bagian Tubuh Anggota Kiri (Lanjutan)

DEPARTEMEN MATERIAL											
Lini Produksi	Tindakan Teknis	Frekuensi	Shoulder Position (%)	Elbow Position (%)	Wrist Position (%)	Grip Position (%)	SM	EM	WM	GM	Nilai Akhir
Roll Finish	Mengambil tutup panci	1	Abd (14)	Pron (14)	Rdnlr (14)	WG (14)	4	2	2	1	4
	Meletakkan tutup panci diatas alas kardus	1	Abd (14)	Pron (14)	Rdnlr (14)	WG (14)					
Riveting	Mengambil tutup panci	1	Abd (18)	Pron (18)	Flx (18)	WG (18)	4.4	2.5	3.8	1.2	4.4
	Meletakkan tutup panci diatas alas kardus	1	Abd (18)	Pron (18)	Flx (18)	WG (18)					
Packaging	Mengambil tumpukan tutup panci	3	Ext (39)	Ext(39)	Flx (39)	WG (39)	8.9	4.7	6.6	2	8.9
	Melipat kardus	3	Ext (22)	Ext (22)	Flx (22)						
	Menarik kardus kebelakang	1	Abd (7)	Ext (7)	Rdnlr (7)	WG(7)					
DEPARTEMEN RING											
Lini Produksi	Tindakan Teknis	Frekuensi	Shoulder Position (%)	Elbow Position (%)	Wrist Position (%)	Grip Position (%)	SM	EM	WM	GM	Nilai Akhir
Pengelasan	Mengambil potongan stainless steel	1	Ext (23)	Ext (23)	Flx (23)	NG (23)	8	4	3.3	3	8
	Membengkokan/menekan potongan stainless steel untuk mempertemukan kedua sisi	1	Flx (12)	Flx (12)	Flx (12)	P (12)					
	Melepaskan stainless steel	1	Flx (12)	Flx (12)	Ext (12)	P (12)					
	Meletakkan ring ke tiang ring	1	Flx (27)	Flx (27)	Flx (27)	WG (27)					

Tabel 4.5 Penilaian Postur pada Bagian Tubuh Anggota Kiri (Lanjutan)

DEPARTEMEN RING											
Lini Produksi	Tindakan Teknis	Frekuensi	Shoulder Position (%)	Elbow Position (%)	Wrist Position (%)	Grip Position (%)	SM	EM	WM	GM	Nilai Akhir
Roll C	Mengambil ring	1	Ext (10)	Ext (10)	Flx (10)	WG (10)	8	2.2	1.8	0.6	8
	Meletakkan ring diatas piring putar	1	Abd (10)	Pron (10)		WG(10)					
	Menekan ring diatas piring putar	1		Pron (22)							
	Mengambil ring dari piringan putar	1	Ext (10)		Flx 10)	WG (10)					
Roll G	Mengambil ring-C	1	Ext (8)	Pron (8)	Ext (8)	WG (8)	8	4	3	0.6	8
	Meletakkan ring diatas piringan putar	1	Abd (6)	Pron (6)	Flx (6)	WG(6)					
	Menekkan mesin press	1		Pron (32)	Rdnlr(32)						
	Mengambil ring dari piringan putar	1	Ext (8)		Flx (8)	WG (8)					
Polishing	Mengambil 6 ring-G	1	Ext (20)	Ext (20)	Ext (20)	WG (20)	8	4.1	3.1	3	8
	Menggantungkan ring-G ke balok kayu	1	Flx (9)	Flx (9)	Flx (9)	WG (9)					
	Memoles ring-G	1		Pron (57)	Rdnlr (57)	WG (57)					

BAB V

ANALISA DAN INTERPETASI DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil analisa dan interpretasi data dari hasil pengolahan data. Analisa dan intrepetasi data meliputi analisa hasil *exposure score* metode ART, nilai indeks OCRA, dan hasil rekomendasi perbaikan terhadap masing – masing lini produksi pada pabrik *Tempered Glass*.

5.1 Analisa Exposure Score Metode ART

Berdasarkan hasil pengolahan data metode ART, departemen material memiliki delapan lini produksi berada pada zona kuning atau tingkat risiko *upper limbs musculoskeletal disorder* sedang. Lini produksi tersebut adalah lini produksi *cutting 1, cutting 2, grinda, bor auto, stamping, assembly, roll finish*, dan *riveting*. Sedangkan lini produksi *wiping* berada pada zona merah atau memiliki tingkat risiko muskuloskeltal disorder yang tinggi. Kemudian untuk departemen ring, tiga lini produksi yaitu pengelasan, *roll C*, dan *roll G* berada pada zona merah. Sedangkan lini produksi *cutting* dan *polishing* berada pada zona kuning.

5.2 Analisa Nilai Indeks OCRA

Berdasarkan hasil pengolahan data metode OCRA, di departemen material lini produksi *cutting 1*, grinda, dan bor *auto* memiliki tingkat risiko *upper limbs musculoskeletal disorder* yang rendah atau berada pada zona hijau karena memiliki nilai indeks ocra dibawah 2.2. Kemudian untuk *cutting 2, assembly, roll finish*, dan *riveting* berada di zona kuning karena memiliki nilai indeks ocra diantara 2.3–3.5. Zona kuning ini memiliki tingkat risiko *musculoskeletal disorder* sedang dan dapat dilakukan perbaikan dengan mengubah jumlah atau aktivitas tindakan teknis dan perbaikan postur pekerja. Sedangkan untuk lini produksi *wiping* memiliki tingkat risiko *musculoskeletal disorder* yang tinggi atau berada pada zona merah karena memiliki nilai indeks OCRA > 4.4. Kemudian di departemen *ring*, dua lini produksi berada pada zona hijau atau memiliki tingkat risiko WMSD yang rendah yaitu lini produksi *cutting* dan *polishing*. Sedangkan untuk tiga lini produksi lainnya berada

pada zona merah yaitu lini produksi pengelasan, *roll C*, dan *roll G*. Semakin tinggi nilai indeks ocra pada setiap lini produksi, maka tingkat risiko WMSD pada pekerja akan semakin besar.

BAB VI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penarikan kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini dan saran untuk penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Pada subbab ini akan dipaparkan mengenai hasil kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini.

1. Penilaian awal stasiun kerja pada Departemen Material dan Departemen *Ring* dilakukan dengan metode ART. Departemen Material memiliki 9 stasiun kerja yang berada di zona kuning dan 1 stasiun kerja yang berada di zona merah. Sedangkan untuk Departemen Ring, 3 stasiun kerja berada di zona merah dan 2 stasiun kerja berada di zona kuning. Sehingga, 4 stasiun kerja menunjukkan bahwa dibutuhkan peninjauan ulang secepat mungkin dan 12 stasiun kerja membutuhkan peninjauan ulang.
2. Identifikasi risiko menggunakan metode OCRA pada 15 stasiun kerja sesuai dengan hasil penilaian awal sebelumnya menunjukkan di Departemen Material tiga stasiun kerja memiliki tingkat risiko yang masih dapat diterima atau dikategorikan aman yaitu stasiun kerja *cutting* 1, bor *auto*, grinda, dan *roll* finish. Kemudian 5 stasiun kerja memiliki tingkat risiko sedang yaitu *cutting* 2, *stamping*, *assembly*, *riveting*, dan *packaging*. Sedangkan satu stasiun kerja memiliki tingkat risiko yang tinggi yaitu stasiun kerja *wiping*. Sedangkan di Departemen Ring, 2 stasiun kerja memiliki tingkat risiko yang dapat diterima atau dikategorikan aman yaitu stasiun kerja *cutting* steel dan *polishing*. 3 stasiun kerja lainnya berada di zona merah yaitu stasiun kerja pengelasan, *roll* C, dan *roll* G.
3. Perbaikan dilakukan berdasarkan nilai indeks OCRA yang memiliki tingkat risiko sedang dan tinggi. Pada stasiun kerja *Roll* G, tingkat risiko menurun dan berada di zona hijau. Sedangkan untuk pengelasan, *roll* C dan *wiping*, tingkat risiko turun menjadi satu level ke zona kuning. Untuk stasiun kerja yang memiliki tingkat risiko yang sedang yaitu *cutting* 2, *stamping*,

assembly, *riveting*, dan *packaging* tingkat risiko menurun dan berada di zona hijau.

6.2 Saran

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai saran untuk penelitian tugas akhir selanjutnya.

1. Memberikan pertimbangan pada perubahan atau peningkatan waktu siklus dengan menganalisis terhadap dampak perubahan *production rate* dan penurunan risiko *musculoskeletal disorder*.
2. Memperhatikan aspek gerakan statis untuk pada aktivitas kerja pada penelitian selanjutnya.
3. Melakukan analisis finansial terhadap rekomendasi perbaikan yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- AlatPerabotan.com,2018.*AlatPerabotan.com*. [Online]Availableat:<http://www.alatperabotan.com> [Accessed 23 March 2018].
- Bridger, R. S., 1995. *Introduction to Ergonomics*. New York: McGraw-Hill.
- Colombini, D. & Occhipinti, E., 2017. *Risk Analysis and Management of Repetitive Actions*. 3rd ed. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Colombini, D. & Occhipinti, E., 2006. Preventing upper limb work-related musculoskeletal disorders (UL-WMSDS): New approaches in job (re)design and current trends in standardization. *Applied Ergonomics*, Volume 37, pp. 441-450.
- Health and Safety Executive, 2009. *Development of an assessment tool for repetitive tasks of the upper limbs (ART)*, Buxton: HSE.
- Health and Safety Executive, 2010. *Assessment of Repetitive Tasks of Upper Limb (theARTtool)*. [Online]Availableat:<http://www.hse.gov.uk/pubns/indg438.pdf> [Accessed 23 February 2018].
- INWORK, 2015. *Rest Periods: Definitions and Dimensions*, Geneva: International Labour Office.
- Kendall, L., 2008. The Conduct of Qualitative Interviews: Research Questions, Methodological Issues, and Researching Online. *Handbook of Research on New Literacies*, pp. 133-149.
- Kuorinka, I., 1987. Standardised Nordic Questionnaires for the Analysis of Musculoskeletal Symptoms. *Applied Ergonomics*, III(18), pp. 233-237.
- Labour, O. M. o., 2009. *Prevent Workplace Pains & Strains! It's time to take action*. [Online]Availableat:<http://www.labour.gov.on.ca> [Accessed 28 February 2018].
- Li, G. & Buckle, P., 1999. Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics*, 42(5), pp. 674-695.

- López-Aragón, L., López-Liria, R., Callejón-Ferre, Á.-J. & Gómez-Galán, M., 2017. Applications of the Standardized Nordic Questionnaire: A Review. *Sustainability*, 9(9).
- Malchaire, J., 2011. *European Trade Union Institute*. [Online] Available at: <https://www.etui.org/content/download/4972/49930/file/Guide+MSD-web.pdf>. [Accessed 27 2 2018].
- Manuaba, A., 2000. Ergonomi, Kesehatan Keselamatan Kerja. *Proceeding Seminar Nasional Ergonomi*, pp. 1-4.
- McAtamney, L., 1993. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), pp. 91-99.
- Medibank, 2011. *SickatWork*. [Online] Available at: <https://www.medibank.com.au> [Accessed 3 March 2018].
- Moore, A. & Wells, R., 2005. Effect of cycle time and duty cycle on psychophysically determined acceptable levels in a highly repetitive task. *Ergonomics*, 48(7), pp. 859-873.
- Nunes, I. L. & Bush, P. M., 2012. *Work-Related Musculoskeletal Disorders Assessment and Prevention, Ergonomics-A System Approach*. s.l.:InTech.
- Occhipinti, E., 1998. OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, IX(41), pp. 1290-1311.
- OSHA, 2000. *Ergonomics: The Study of Work*, New York: U.S Department of Labor.
- Purnomo, H., 2003. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Roodbandi, J., Choobineh, A. & Feyzi, V., 2015. The Investigation of Intra-rater and Inter-rater Agreement in Assessment of Repetitive Task (ART) as an Ergonomic Method. *Occupational Medicine & Health Affairs*, 3(5), pp. 1-5.
- Sanjog, J., Patel, T., Chowdhury, A. & Karmakar, S., 2015. Musculoskeletal ailments in Indian injection-molded plastic furniture manufacturing shop-floor: Mediating role of work shift duration. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 48, pp. 89-98.

- Takala, E.-P. et al., 2009. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian Journal of Work*, 36(1), pp. 3-24.
- Tarwaka, 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: Uniba Press.
- Wignjosoebroto, S., 2003. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. 1st ed. Jakarta: Guna Widya.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Fanniyya Mutiara Devianti, lahir di Jakarta pada tanggal 03 Januari 1996. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Hartadi Novianto dan Dewi Yulita Krisnawati. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Islam Al – Azhar 06 Jakapermai, SD Islam Al-Azhar 06 Jakapermai dan SD Negeri 05 Pondok Kelapa, SMP Negeri 115 Jakarta, dan SMA Negeri Unggulan MH Thamrin Jakart. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan S-1 di Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menempuh pendidikan di ITS, penulis mengikuti beberapa pelatihan, organisasi, dan kepanitiaan. Penulis mengikuti pelatihan LKMW, LKMM Pra TD, Pelatihan Karya Tulis, dan lain – - lain. Penulis juga mengikuti acara kepanitiaan seperti *The Real FOG* dan Industrial Engineering Fair. Dalam kegiatan organisasi Penulis menjadi Bendahara *Industrial English Youth Club IEYC* (2016/2017).

Penulis pernah mendapatkan kesempatan untuk melakukan magang pada Tahun 2016 di PT Astra International Tbk di Divisi *Corporate Information System and Technology* dan berkontribusi pada IT Project. Penulis juga melakukan kerja praktik di PT Pertamina Lubricants pada tahun 2017 di Divisi *Corporate Development*. Penulis dapat dihubungi melalui email fannyamd.03@gmail.com